

collection ch. désiré

j. vallin g. marchal

biologie 6



bordas

collection de sciences naturelles
dirigée par charles désiré
professeur agrégé au lycée henri IV

biologie 6^e

j. vallin

professeur au lycée poincaré, nancy

g. marchal

professeur au lycée henri IV

avec la participation de

r. mousset

inspecteur départemental
de l'éducation nationale

bordas

COLLECTION DE SCIENCES NATURELLES

dirigée par Ch. Désiré

Classe de 6^e par J. Vallin et G. Marchal.

Travaux pratiques de Biologie (classe de 6^e) par G. Marchal.

Classe de 5^e par M^{lle} M. Bouet, J. Vallin et Ch. Désiré.

Travaux pratiques de Biologie (classe de 5^e) - *en préparation*.

Classe de 4^e par A. Rudel et C. Treilhou.

Classe de 3^e par Ch. Désiré et F. Villeneuve.

Classe de 1^{re} D - tome I par A. Théron et J. Vallin.

tome II par J.-L. Borie.

tome III par G. Laisné, J. Moulin, J. Vallin
et F. Villeneuve.

Classe de 1 ^{re} A, B	}	par Ch. Désiré, G. Laisné, J. Moulin, H. Roux, A. Théron, J. Vallin et F. Villeneuve.
Classe terminale C		
Classe terminale D		

GUIDES PRATIQUES BORDAS

GPB 373 - Sciences Naturelles au B.E.P.C. - (*Lycées et Collèges*)
par Ch. Désiré et F. Villeneuve.

GPB 870 - Terminale C	}	par J. Moulin, H. Roux, F. Villeneuve et Ch. Désiré.
GPB 871 - Terminale D		

© Bordas 1972 - N° d'éditeur 377735001

Toute reproduction, même partielle, de cet ouvrage est interdite. Une copie ou reproduction par quelque procédé que ce soit, photographie, microfilm, bande magnétique, disque ou autre, constitue une contrefaçon passible des peines prévues par la loi du 11 mars 1957 sur la protection des droits d'auteur.

Printed in France



1 Merveilleux spectacle que celui de cette Linotte mélodieuse nourrissant ses petits.

Préface

D'abord, pourquoi un nouveau manuel ? Si le contenu du programme de Sciences naturelles de Sixième n'a pas changé, la façon dont il doit être enseigné est entièrement nouvelle : à l'enseignement par monographies, les instructions officielles ont substitué l'enseignement par thèmes.

Bien des problèmes se sont posés quand nous nous sommes mis au travail. Il serait fort présomptueux d'affirmer qu'ils ont tous été résolus de la meilleure façon ! Les critiques constructives de nos lecteurs nous seront précieuses.

Il fallait satisfaire à divers impératifs ; en particulier les sujets abordés devaient couvrir l'ensemble du programme et les exemples choisis être, dans la mesure du possible, valables pour toutes les régions de France.

Comme nous y invitent les instructions officielles, nous avons mis l'accent sur les manifestations vitales et développé le côté expérimental.

Cette façon de faire n'exclut pas l'emploi d'un manuel. Tous ceux qui, comme nous, ont l'expérience des classes de Sixième savent bien que l'enfant est désarmé si, après la classe, il ne peut s'appuyer sur un ouvrage fait pour lui.

Bien entendu, il n'est pas question que l'élève apprenne tout ce qu'il y a dans ce livre. Le professeur y choisira des exemples selon ses goûts et les possibilités du milieu local.

Trop de gens pensent encore, bien à tort, qu'il faut « savoir » tout le livre et que la Biologie est une discipline « de mémoire », alors qu'elle est avant tout observation et réflexion. Certes, un vocabulaire particulier est parfois nécessaire. Mais quelle discipline peut se flatter de s'en passer ? Sur un squelette, il faut bien distinguer le radius du cubitus ! Le tout est de savoir se limiter aux termes nécessaires. C'est ce que nous avons essayé de faire.

Nous serions comblés si cet ouvrage contribuait à faire comprendre et à faire aimer la nature, cette nature qui est de jour en jour plus menacée par notre civilisation industrielle.



2 Que de beauté dans cette fleur de lili (Lilium martago) !

Que signifie le mot **Biologie**, l'un de ce livre ? Il provient de deux mots grecs signifiant **vie et science**. La **Biologie** est la science qui étudie la **vie**, en étudiant et les êtres vivants.

Or, pour observer la **vie**, il faut aller à elle : c'est donc dans la **nature** que nous nous rendrons à nous rendre, aussi souvent que possible, pour observer les plantes et les animaux. Un petit étang ou un ruisseau avec des jets et les bois situés aux alentours nous permettront d'innombrables découvertes. Plus modestement, une petite mare, une haie, un coin de jardin laissé à l'état sauvage nous permettront aussi de passionnantes observations.

Puisse ce livre vous apprendre à le faire à observer et à admirer les beautés du monde qui nous entoure. Si vous avez l'esprit curieux vous serez conduits à vous poser de nombreuses questions, devant les manifestations de la **vie**. Et si vous avez des yeux d'artiste, vous y trouverez des sources d'inspiration (fig. 1 et 2).

Première partie

BIOLOGIE VÉGÉTALE

Les plantes à fleurs

Les végétaux se présentent sous des aspects extrêmement variés. On peut cependant en diviser en deux grands groupes :

Les uns, par exemple les Champignons, dont les chapeaux se concentrent dans les endroits les plus obscurs, les Fougères des sous-bois et des rochers, les Mousses qui recouvrent parfois le sol, les Algues des eaux douces et de la mer, ne portent jamais de fleurs.

D'autres, par exemple la Pâquerette, dont la rosette de feuilles s'étale au ras du sol, le Lis blanc, aux couleurs merveilleuses (fig. 2), ou le

Chêne, qui s'élève à plusieurs dizaines de mètres au-dessus du sol, ont un point commun : ils portent des fleurs, qui donnent des fruits renfermant des graines.

Ce sont ces plantes à fleurs que nous allons apprendre à connaître cette année. Quelle est leur architecture ? D'où tiennent-elles leurs aliments ? Comment passent-elles la mauvaise saison ? Dans quelles conditions se reproduisent-elles ? Vous trouverez les réponses à ces questions, et à quelques autres, dans les pages suivantes.

1/ Les plantes dans la nature



1 *Un coin de nature où la végétation pousse librement.*

Dans ce coin de nature (fig. 1) poussent des plantes nombreuses et variées dont l'ensemble réalise un peuplement assez dense. Comment s'y retrouver dans cet apparent fouillis végétal ?

a/ Diversité des plantes d'un peuplement

Dans un sous-bois, par exemple, on trouve des plantes de toute taille, depuis les minuscules Mousses jusqu'aux arbres les plus élevés en passant par les plantes herbacées, aux tiges vertes et souples, et les arbustes, aux rameaux plus durs mais cependant flexibles.

La diversité des plantes ne porte pas seulement sur leur taille ou leur aspect. En effet, si beaucoup de plantes herbacées possèdent des fleurs à un moment de leur vie et produisent des fruits et des graines, il n'en est pas ainsi des Fougères. De même, si le Chêne et le Pin sylvestre sont des arbres, le premier perd ses feuilles en hiver (feuilles caduques), alors que le second ne les perd pas (feuilles persistantes).

Les plantes d'un peuplement végétal diffèrent donc les unes des autres, non seulement par leur aspect, mais aussi par leur mode de vie.

b/ Répartition des plantes d'un peuplement

Dans la forêt de Fontainebleau, par exemple, le nombre des Chênes est très grand, alors que celui des Hêtres l'est beaucoup moins. Le nombre d'arbres par unité de surface est supérieur dans le premier cas : on dit que la **densité** du Chêne est supérieure à celle du Hêtre.

Les plantes dans la nature



2 *Bruyères et Bouleaux en Sologne.*

3 *Racines dans le sol.*



En Sologne (fig. 2), la Bruyère forme des groupes, ou colonies, plus ou moins étendus. Les Bouleaux, par contre, vivent isolés : ces plantes n'ont donc pas la même **dispersion**.

Enfin, les plantes d'une forêt, par leurs différences de taille, atteignent différents niveaux, formant ainsi plusieurs étages, ou **strates**, qui se superposent (strate des herbes, strate des arbustes, strate des arbres). De même, les racines (fig. 3) atteignent différentes profondeurs : il existe des strates souterraines. Les plantes se partagent donc l'espace aérien et l'espace souterrain.

Ainsi, la densité des plantes, leur répartition horizontale et verticale varient avec les espèces.



4 *Le bocage vendéen.*

c/ Répartition des plantes dans la nature

Les pays de bocage, comme la Normandie ou la Vendée (fig. 4), sont très verts : l'herbe y pousse abondamment, les haies sont épaisses et les arbres feuillus nombreux.

Les plantes dans la nature



5 *La garrigue méditerranéenne.*

Dans la garrigue méditerranéenne (fig. 5), le sol est souvent nu, les arbustes épineux, les arbres clairsemés. Or, dans les deux cas la nature du sol et le climat sont très différents.

Le climat et la nature du sol jouent donc un rôle important dans la répartition des espèces végétales.

Conclusion

Les plantes sont très variées, tant par leur aspect que par leur mode de vie. Elles se répartissent l'espace aérien et l'espace souterrain, constituant ainsi des strates. Elles se présentent soit isolées, soit en colonies plus ou moins denses.

Le climat et la nature du sol sont des facteurs importants du point de vue du peuplement végétal.

Peuplement : ensemble des espèces qui poussent sur un territoire donné.

Plante herbacée : plante de petite taille ayant une tige verte et souple.

Strate : en botanique, étage de végétation.

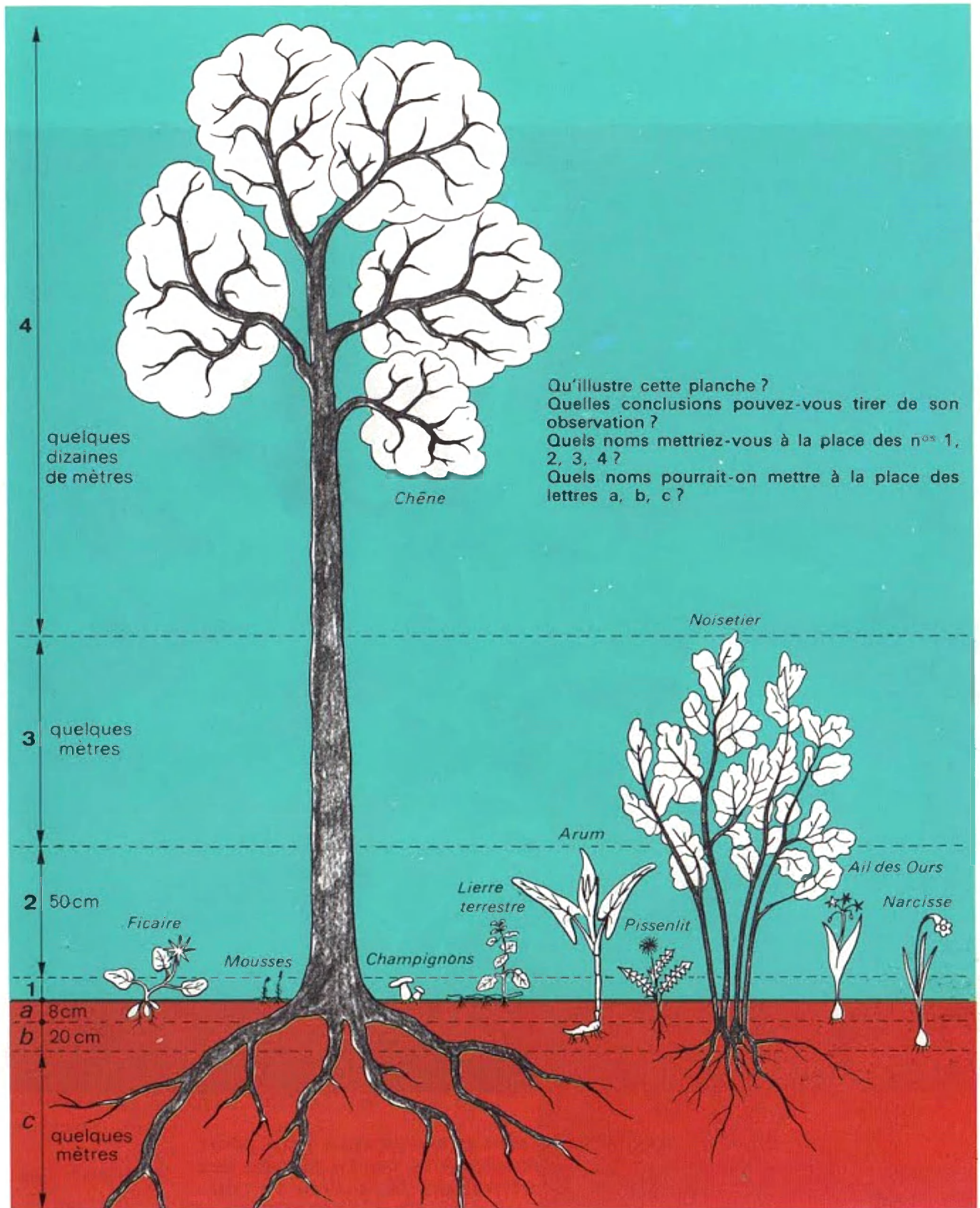
Cette planche illustre de façon schématique la répartition verticale des plantes. Elle nous montre que les organes aériens des plantes atteignent des hauteurs différentes formant des étages appelés strates. De même les organes souterrains s'enfoncent plus ou moins profondément dans le sol.

On peut ainsi distinguer :

la strate des Mousses et des Champignons **(1)** - celle des plantes herbacées **(2)** - celle des arbustes **(3)** - celle des arbres **(4)**.

De même, dans le sol, on peut distinguer une strate superficielle **(a)**, une strate peu profonde **(b)** et une strate profonde **(c)**.

planche 1



2/ Organisation d'une plante à fleurs



1 La Moutarde des champs, plante sociée.

Parmi la multitude des plantes que l'on peut rencontrer, nous étudierons cette année les plantes à fleurs et, afin d'en découvrir l'organisation, nous prendrons deux exemples : la Moutarde des champs et le Marronnier.

1/ La Moutarde des champs

C'est une plante herbacée qui pousse aux abords des lieux cultivés et qui fleurit encore en septembre et octobre.

Observons-la (fig. 1) : nous pouvons distinguer :

a/ Une partie souterraine

Elle comprend un axe blanchâtre qui va en s'amincissant : c'est la racine principale.

Celle-ci se ramifie en racines secondaires, elles-mêmes ramifiées en racines de plus en plus petites.

b/ Une partie aérienne

On y reconnaît une tige principale d'où partent des tiges secondaires ou rameaux.

Les feuilles

Les tiges portent des feuilles fixées en des points appelés **nœuds**. Il n'y a qu'une feuille par nœud (feuilles isolées) et les feuilles sont placées alternativement à droite et à gauche le long de la tige : ce sont des feuilles **alternes**.

Une feuille comprend une partie plate, le **limbe**, rattachée à la tige par un **pétiole** dont la base forme une **gaine**. Cependant les feuilles supérieures sont dépourvues du pétiole. Le limbe est parcouru de **nervures** ; comme il est formé d'une seule lame, on a affaire à une **feuille simple**.

Au sommet de la tige, suivant l'état de développement de la plante, on voit des fleurs ou des fruits.

Les fleurs

La figure 2 montre des inflorescences, d'aspect particulier, appelées **grappes**.

2 Inflorescences de la Moutarde des champs.



Organisation d'une plante à fleurs



3 Fleur de Moutarde des champs dont deux pétales ont été enlevés. 1. Sépale. 2. Pétale. 3. Étamine. 4. Pistil.

4 Fruits de la Moutarde des champs.



Chaque fleur (fig. 3) comprend un petit axe, le **pédoncule** floral, dont l'extrémité renflée, le **réceptacle**, porte les **pièces florales** :

- quatre **sépales** verts, formant le **calice** ;
- quatre **pétales** jaunes, formant la **corolle** ;
sépales et pétales peuvent s'arracher un par un sans entraîner les voisins : on dit qu'ils sont libres.
- six **étamines** (quatre grandes et deux petites), dont l'extrémité renflée, appelée **anthère**, contient le **pollen** ;
- un **pistil**, composé de l'**ovaire**, du **style** et du **stigmate** ¹.

L'ovaire contient des petits grains appelés **ovules**.

La fleur de Moutarde, qui possède à la fois un calice, une corolle, des étamines et un pistil, est une fleur complète.

¹. On dit un *sépale*, un *pétale*, une *étamine*, une *anthère*, un *pistil*, un *ovaire*, un *stigmate*, un *ovule*.

Les fruits (fig. 4)

Ils résultent du développement des ovaires. Arrivés à maturité, ils sont secs et s'ouvrent par quatre fentes ; ces fruits sont appelés **siliques**. Ils libèrent alors des graines qui proviennent du développement des ovules.

D'après cette étude, il apparaît qu'une plante est formée de divers éléments (racines, tiges, feuilles, fleurs, fruits) que l'on appelle **organes**.

Nous verrons plus loin quels sont les rôles respectifs de ces organes.

2/ Le Marronnier

C'est un arbre très commun dans nos régions. Nous le rencontrons le long des rues, dans les parcs ou les cours. Il est très différent de la Moutarde des champs, et pourtant il possède comme elle :

a/ Une partie souterraine

Elle est constituée par des racines qui se ramifient dans le sol.

b/ Une partie aérienne

Elle comprend ici un tronc ramifié en branches puis en rameaux de plus en plus petits.

Les feuilles

Les feuilles sont attachées deux par deux, de part et d'autre des jeunes rameaux (fig. 5 A), au niveau des nœuds : ce sont des **feuilles opposées**. Leur limbe est formé de 5 à 7 lames, ou **folioles** (fig. 5 B), partant d'un même point : ce sont des **feuilles composées palmées**.

A l'extrémité des rameaux (fig. 5 A) et à la base des pétioles, se trouvent des **bourgeons**.

Les bourgeons existent aussi sur les tiges herbacées, mais ils sont peu visibles chez la Moutarde.

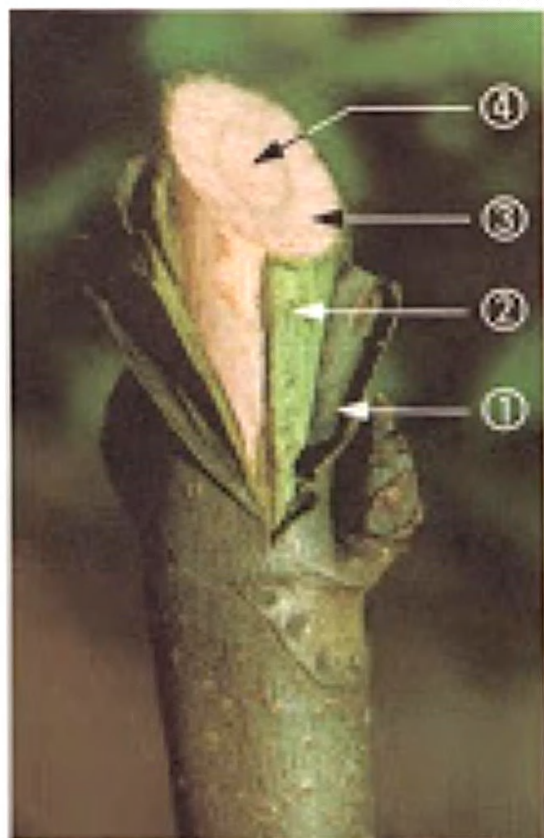


5 A Extrémité d'un rameau de Marronnier.

5 B Feuilles palmées.



Organisation d'une plante à fleurs



6 Structure d'un rameau de Maronnier.
1. Écorce. 2. Liber. 3. Bois. 4. Moelle.

Le tronc et les rameaux

Le tronc, les rameaux sont durs : on dit qu'ils sont ligneux, car formés de bois (fig. 6). Ce dernier, de structure fibreuse, est disposé en couches concentriques alternativement claires et sombres.

Autour du bois se trouve une mince couche formée de fines lamelles semblables aux pages d'un livre : c'est le liber, lui-même recouvert de l'écorce.

Le centre des plus petits rameaux est occupé par une substance tendre, la moelle.

Les fleurs

Au printemps, les rameaux portent de nombreuses fleurs groupées en inflorescences (fig. 7) appelées grappes.

7 Inflorescence en grappe du Maronnier.



8 Fruits du Maronnier. À l'intérieur se trouve la graine ou castor.



Les fruits

Après la floraison, on voit apparaître de petits fruits à la place des fleurs. Ils grossiront tout au long de l'été. A l'automne, ils se présentent sous forme de sphères vertes (fig. 8), couvertes de piquants, contenant une graine : le marron.

Le Marronnier comprend donc les mêmes organes que la Moutarde des champs.

3/ Ce que l'on peut voir avec un microscope dans une plante

Cette photographie (fig. 9) représente ce que l'on voit en observant au microscope un petit fragment de la mince « peau » qui recouvre la face concave d'une écaille d'Oignon après l'avoir colorée à l'eau iodée.

9 Epiderme d'Oignon vu au microscope. Coloration à l'eau iodée. 1. Noyau. 2. Cytoplasme. 3. Membrane.



x 400 env.

Organisation d'une plante à fleurs

Nous distinguons des petites cases accolées les unes aux autres : ce sont des **cellules**.

A l'intérieur de chacune d'elles se trouve un corpuscule coloré en jaune plus ou moins foncé : le **noyau**.

Nous observons aussi une substance granuleuse colorée en jaune pâle et localisée sur le pourtour de la cellule : c'est le **cytoplasme**, entouré d'une enveloppe appelée **membrane**. D'autres observations ont montré dans le cytoplasme une grande poche contenant un liquide : la **vacuole**.

Tous les végétaux sont formés de cellules qui possèdent une membrane, du cytoplasme, un noyau, une ou plusieurs vacuoles.

Si plusieurs cellules de même type sont réunies, elles forment un **tissu**. Quand ce tissu est fait de cellules jointives, comme ici, formant une peau protectrice à la surface d'un organe, on lui donne le nom d'**épiderme**.

Anthère : partie renflée des étamines contenant le pollen.

Bois : tissu dur entrant dans la constitution des tiges, des rameaux et des racines des arbres.

Calice : ensemble des sépales d'une fleur.

Cellule : élément constitutif des êtres vivants.

Corolle : ensemble des pétales d'une fleur.

Étamine : organe reproducteur mâle d'une fleur.

Inflorescence : groupement des fleurs suivant une certaine disposition.

Limbe : partie élargie d'une feuille.

Nœud : point d'une tige ou s'insèrent une ou plusieurs feuilles.

Ovaire : partie renflée du pistil contenant les ovules.

Ovule : organe reproducteur femelle contenu dans l'ovaire.

Pétiole : « queue » de la feuille.

Pistil : ensemble des organes reproducteurs femelles d'une fleur.

Pollen : petits grains contenus dans les anthères des étamines.

Stigmate : extrémité renflée du pistil destinée à recevoir le pollen.

Style : partie étroite du pistil surmontant l'ovaire.

Conclusion

Pour différentes qu'elles soient les unes des autres, les plantes à fleurs sont toutes formées d'organes, les uns souterrains, les autres aériens. Ces derniers comprennent des tiges et des rameaux, herbacés ou ligneux, qui portent des bourgeons, des feuilles, des fleurs et des fruits.

Les fleurs, si elles sont complètes, possèdent à la fois des sépales, des pétales, des étamines et un pistil.

Tous les organes sont formés de cellules groupées en tissus. Ces cellules comprennent une membrane, un noyau et du cytoplasme.

Dessin A. — Moutarde, plante entière :

1 Bouton ; 2 Fleur épanouie ; 3 Fleur fanée ; 4 Fruit en formation ; 5 Inflorescence (grappe) ; 6 Rameau ; 7 Feuille sessile ; 8 Tige ; 9 Feuille pétiolée ; 10 Collet ; 11 Racine pivotante ; 12 Radicelle.

Dessin B. — Fleur en coupe :

1 Pédoncule floral ; 2 Sépale étalé ; 3 Glande à nectar ; 4 Pétale ; 5 Étamine courte ; 6 Étamine longue ; 7 Stigmate ; 8 Style ; 9 Ovaire ; 10 Ovule ; 11 Pistil.

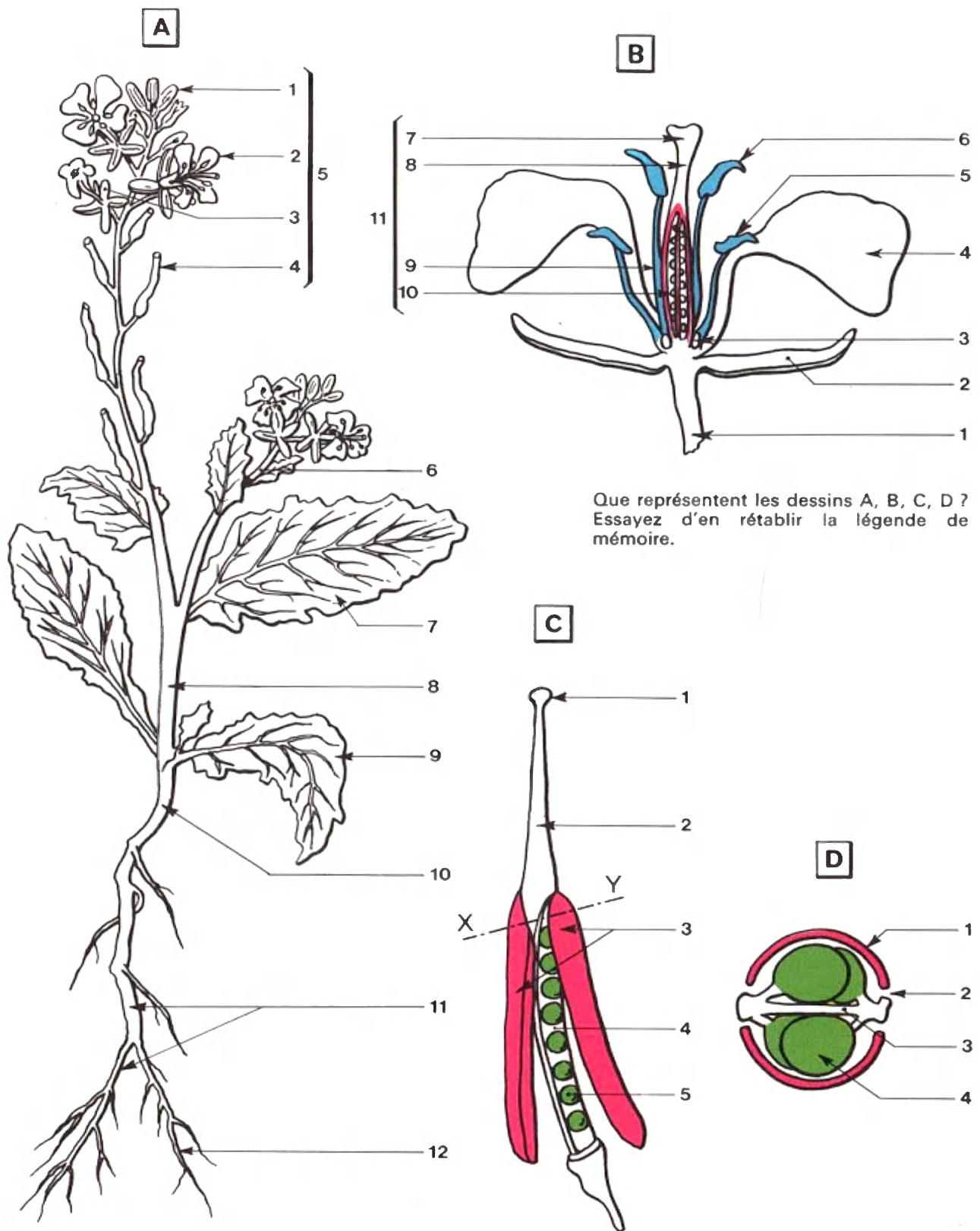
Dessin C. — Fruit s'ouvrant (silique) :

1 Reste du stigmate ; 2 Reste du style ; 3 Valves ; 4 Cloison ; 5 Graine.

Dessin D. — Coupe du fruit suivant XY :

1 Valve ; 2 Fente ; 3 Cloison ; 4 Graine.

planche 2



3/ Comment les plantes à fleurs se nourrissent-elles ?



1 *Arrosage industriel des cultures.*

Vous savez qu'il faut arroser régulièrement les plantes d'appartement, sinon elles se fanent et meurent. Une grande sécheresse produit les mêmes effets dans la nature : les plantes ont besoin d'eau pour vivre (fig. 1).

Vous savez aussi qu'après leur mort on peut brûler les plantes. Le bois, par exemple, devient noir lorsqu'on le chauffe fortement, et forme du charbon : on dit qu'il carbonise ; puis il brûle en laissant des cendres. Cette carbonisation est la preuve que les plantes contiennent une substance appelée carbone, qui est le constituant essentiel du charbon. D'où proviennent ces substances ? Comment les plantes peuvent-elles vivre ?

Comment les plantes à fleurs se nourrissent-elles ?

1/ Les plantes ont besoin d'eau

a/ Par quels organes l'eau pénètre-t-elle dans la plante ?

C'est en versant de l'eau sur la terre ou en immergeant le pot qu'on arrose les plantes. Donc **l'eau pénètre par les racines**.

Sur la photographie ci-contre (fig. 2) nous voyons à une faible distance de l'extrémité des racines un manchon de poils très fins. Des poils semblables existent à l'extrémité de toutes les racines. Quel est leur rôle ? Une expérience va nous l'apprendre (fig. 3).

Dans le premier récipient, toute la racine est dans l'eau : les jeunes plantes vivent.

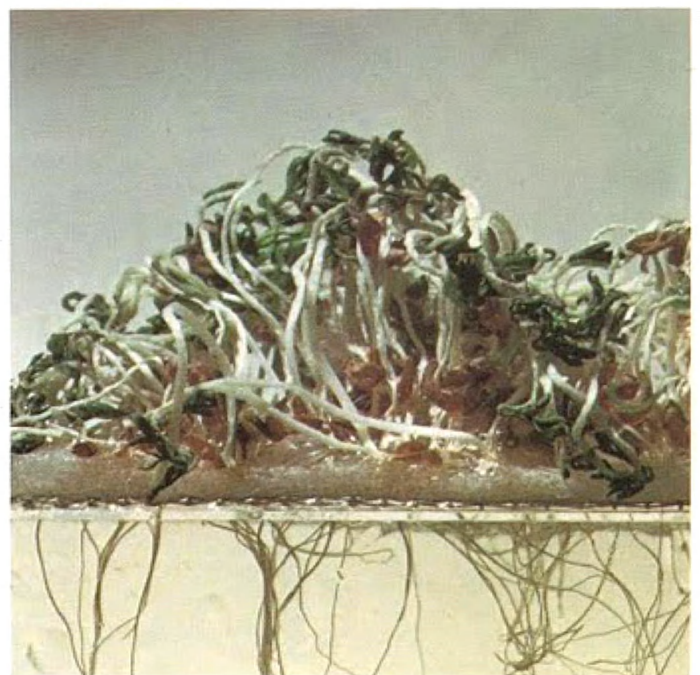
Dans le deuxième récipient, l'huile entoure les racines au niveau des manchons de poils : les jeunes plantes meurent.

Nous en concluons que l'eau pénètre normalement dans la plante par ces poils : on les appelle **poils absorbants**.

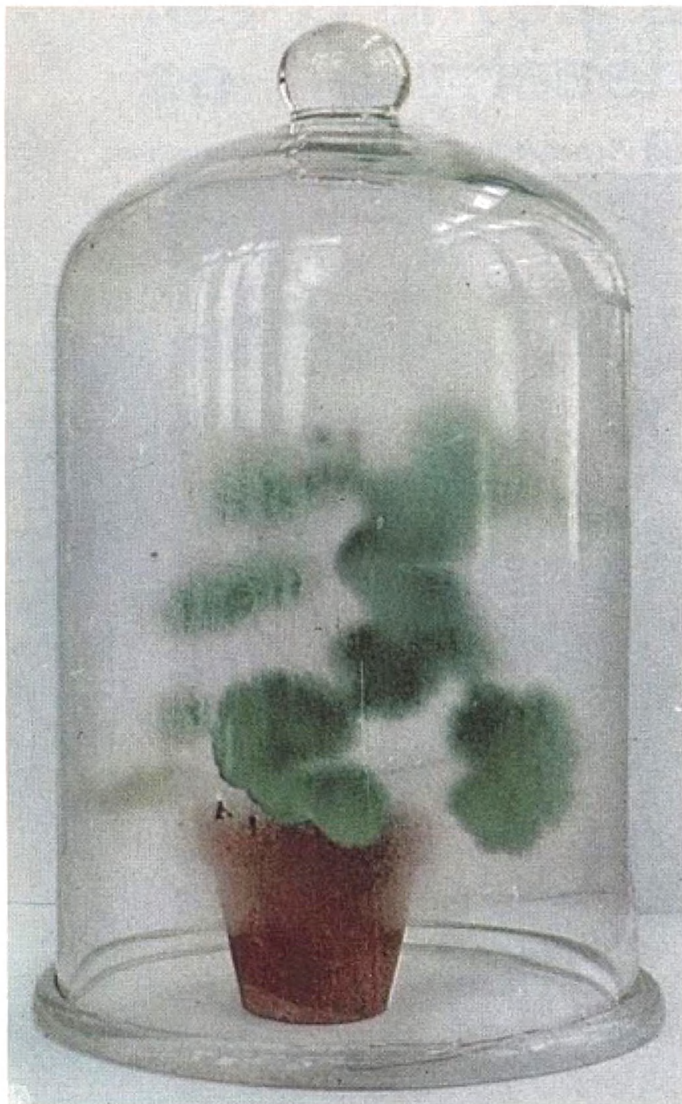
2 Jeunes racines avec leurs poils absorbants.



3 Mise en évidence du rôle des poils absorbants.



Comment les plantes à fleurs se nourrissent-elles ?



b/ Que devient l'eau absorbée par les plantes ?

Les plantes perdent de l'eau

On a placé un Géranium sous une cloche bien sèche. Au bout d'un certain temps (fig. 4) la cloche se couvre de buée. Le même phénomène peut être observé si l'on enveloppe le pot d'un sac en matière plastique fermé à la base de la tige.

L'eau ne peut provenir de la terre. Donc, la plante rejette de la vapeur d'eau : **elle transpire.**

4 Mise en évidence de la transpiration.

5 Deux stomates vus au microscope.



Comment les plantes à fleurs se nourrissent-elles ?

Quels sont les organes de la transpiration ?

Si l'on fait l'expérience précédente avec une plante effeuillée, la cloche reste sèche. La transpiration se produit donc au niveau des feuilles.

Examinée au microscope (fig. 5), la face inférieure d'une feuille présente une multitude de petits trous appelés **stomates**. C'est par eux que se fait la transpiration.

Remarque. Quelques nombres vous donneront une idée de la quantité d'eau rejetée dans l'atmosphère par les plantes. On a calculé qu'un hectare d'Avoine vaporise 2 300 t d'eau par an, qu'un Hêtre de cent cinquante ans vaporise 75 kg d'eau par jour, ce qui représente environ 4 000 t par an pour une forêt d'un hectare.

L'eau absorbée est-elle entièrement rejetée ?

Si l'on chauffe des feuilles fraîches dans un tube à essai, on voit apparaître de la buée. Les feuilles contiennent donc encore de l'eau et la plante ne rejette pas toute l'eau qu'elle absorbe.

Remarque. Les plantes contiennent beaucoup d'eau. Dans 100 g de salade, par exemple, il y a 95 g d'eau.

Quel est le trajet de l'eau dans les plantes ?

Plongeons une plante dans de l'eau colorée en rouge par de l'encre. Peu à peu on voit apparaître des lignes rouges dans la tige et les rameaux, puis les nervures des feuilles se colorent : il s'agit de **vaisseaux** qui permettent la circulation de l'eau.

Remarque. Au printemps, après la taille, la Vigne « pleure » ; ce phénomène est dû à la sève qui suinte des rameaux coupés. Cette sève sort du bois, aussi a-t-on donné à ces vaisseaux le nom de **vaisseaux du bois**.

Comment les plantes à fleurs se nourrissent-elles?

2/ Les aliments des plantes

a/ Les plantes ont besoin de substances solubles dans l'eau

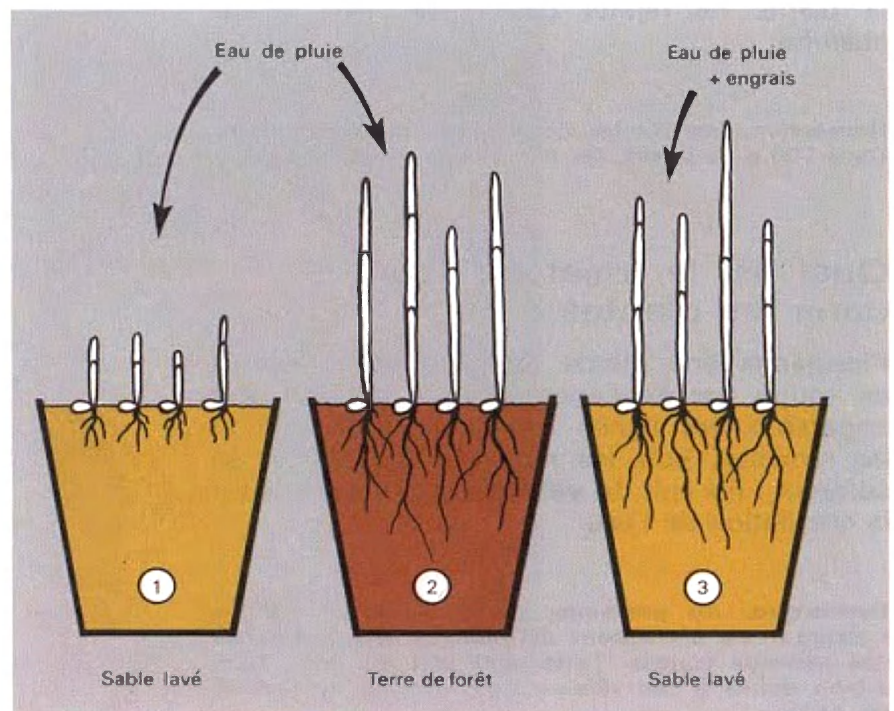
Réalisons l'expérience illustrée par la figure 6. La croissance¹ des jeunes pousses de Blé est très vite ralentie dans le pot n° 1. Dans les autres pots elle est normale. Les plantes ont donc besoin de substances dissoutes dans l'eau ou qui se trouvent à l'état naturel dans le sol : ce sont des sels minéraux.

Mais les quantités de sels minéraux dont les plantes ont besoin sont très faibles ; ce sont essentiellement des sels contenant du phosphore, du potassium, de l'azote.

Remarque. Le sel de cuisine, ou chlorure de sodium, est un sel minéral.

1. En faisant des mesures régulières on pourra construire des courbes de croissance pour chaque pot.

6 Expérience montrant que les plantes ont besoin de substances minérales.



Comment les plantes à fleurs se nourrissent-elles ?

b/ Les plantes ont besoin de carbone

Dans une expérience (fig. 7), on a recueilli de l'eau qui s'était écoulée sur de la Pomme de terre réduite en pulpe (tube 1). Au bout d'un certain temps, au fond du tube se trouve un dépôt blanc : c'est de la fécule de Pomme de terre, ou amidon, qui s'est déposée (tube 2). En présence d'eau iodée, cet amidon prend une couleur bleue caractéristique. Fortement chauffée la fécule carbonise : l'amidon est une **substance carbonée**.

Vue au microscope (fig. 8), la fécule apparaît formée de petits grains : ce sont des **grains d'amidon**. Des expériences plus compliquées ont prouvé que l'amidon se forme dans les feuilles, pendant le jour, à partir du **gaz carbonique**¹ de l'air et de l'eau absorbée par les plantes. Cette fabrication d'amidon, qui se fait grâce à la **chlorophylle**, substance donnant leur coloration verte aux feuilles, s'accompagne d'un rejet d'**oxygène**².

Remarque. Les plantes respirent, elles absorbent de l'oxygène et rejettent du gaz carbonique ; mais pendant le jour les échanges inverses qui accompagnent la nutrition carbonée sont beaucoup plus importants.

c/ Que deviennent les aliments absorbés par les plantes ?

L'amidon n'est que l'une des innombrables substances carbonées fabriquées par les plantes à partir des aliments absorbés (eau, sels minéraux, gaz carbonique). Ces substances carbonées sont appelées **substances organiques**, car elles sont propres aux êtres vivants. Certaines d'entre elles circulent ensuite dans les **vaisseaux du liber** sous forme de **sève élaborée** avant leur utilisation par les plantes.

Remarque. On a calculé que toutes les plantes vertes du globe produisent 300 milliards de tonnes de matières carbonées par an. Les feuilles sont donc des usines chimiques d'une puissance prodigieuse.

1. Le gaz carbonique est formé de carbone et d'oxygène.

2. L'oxygène étant un gaz indispensable à la vie, l'Homme se doit de respecter les espaces verts, notamment les forêts.



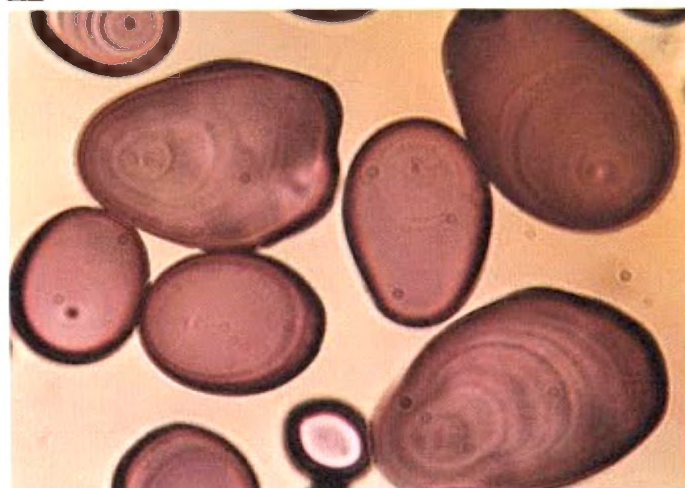
tube 1

7 La fécule de Pomme de terre se dépose au fond du tube.

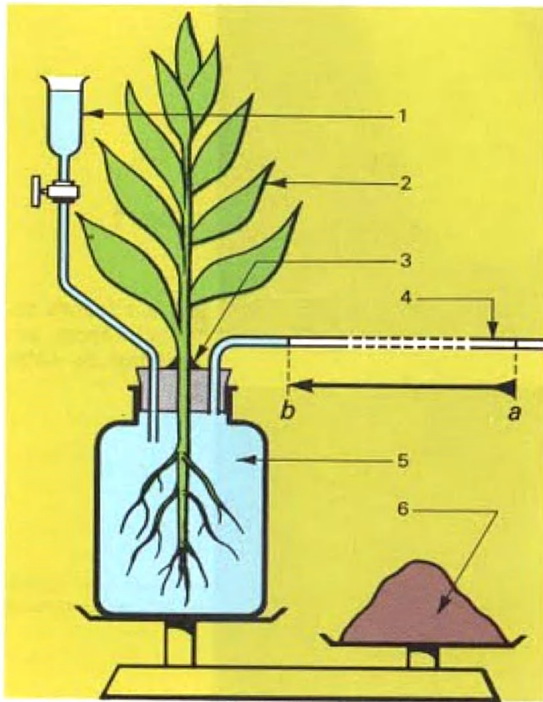


tube 2

8 Grains d'amidon colorés par l'eau iodée vus au microscope.



Comment les plantes à fleurs se nourrissent-elles ?



9 Mise en évidence et mesure de la quantité d'eau absorbée et transpirée par une plante. 1. Tube servant à remplir l'appareil. 2. Plante. 3. Mastic. 4. Tube de 6 mm de diamètre. 5. Eau. 6. Tare.

3/ Interprétation d'expériences

a/ Expérience sur l'absorption de l'eau et la transpiration

Reportez-vous à la figure 9. Sachant :

- que le diamètre du tube 4 est de 6 mm et la distance ab de 40 cm (a , position du liquide au début de l'expérience ; b , à la fin de l'expérience),
- qu'il faut mettre 15 g du côté de la plante pour rétablir l'équilibre,

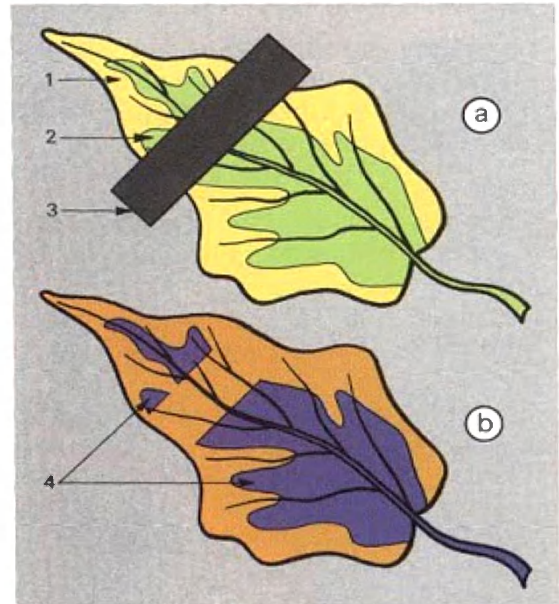
interprétez cette expérience (solution p. 28).

b/ Expérience relative à la formation d'amidon dans les feuilles

Sur une plante à feuilles panachées (feuilles présentant des zones dépourvues de chlorophylle), une feuille est munie d'un cache en papier noir (fig. 10 a), puis la plante est exposée à la lumière. En fin de journée, on arrache la feuille munie du cache et on enlève

Comment les plantes à fleurs se nourrissent-elles ?

ce dernier, puis on plonge la feuille successivement dans de l'eau bouillante (pour la tuer), dans de l'alcool bouillant pour la décolorer, enfin dans de l'eau iodée (fig. 10 *b*). Quelles conclusions pouvez-vous tirer de l'observation de la feuille représentée en *b* ? Comment pourrait-on montrer que le gaz carbonique est nécessaire à la formation d'amidon (solution p. 28) ?



10 Mise en évidence de la formation d'amidon dans une feuille et des conditions de cette formation. 1. Partie dépourvue de chlorophylle. 2. Partie possédant de la chlorophylle. 3. Bande de papier noir. 4. Partie contenant l'amidon.

Conclusion

Les plantes, grâce aux poils absorbants des racines, puisent dans le sol de grandes quantités d'eau. Par les vaisseaux du bois cette eau atteint les feuilles, qui en rejettent une grande partie (transpiration). L'eau retenue entre dans la constitution des plantes, qui en contiennent jusqu'à 95 % de leur poids.

Les plantes ont aussi besoin de sels minéraux provenant du sol ou apportés par l'homme sous forme d'engrais. Le carbone vient de l'air où il se trouve sous forme de gaz carbonique. A la lumière du jour, grâce à la chlorophylle, les aliments absorbés sont transformés en matières carbonées, telles que l'amidon, tandis que de l'oxygène est rejeté. Ces substances fabriquées dans les feuilles sont ensuite transportées par les vaisseaux du liber aux différentes parties de la plante.

Comment les plantes à fleurs se nourrissent-elles ?

Solution de l'exercice 3 a, p. 26.

Pour connaître la quantité d'eau absorbée, il suffit de calculer le volume d'eau qui a disparu entre a et b dans le tube cylindrique. Le volume d'un cylindre est donné par la formule :

$$V = s \times l$$

dans laquelle s est la surface de base ($s = r^2 \times 3,14$, r étant le rayon) et l la hauteur du cylindre.

Ici $r = 3$ mm, $l = 40$ cm = 400 mm, donc $V = 3,14 \times 3^2 \times 400 = 11\,304$ mm³, soit 11,3 cm³.

Un centimètre cube d'eau pesant 1 g, la plante a donc absorbé 11,3 g d'eau. Comme il faut 15 g pour rétablir l'équilibre, la plante a perdu :

$$15 \text{ g} - 11,3 \text{ g} = 3,7 \text{ g d'eau.}$$

Ici la transpiration l'a emporté sur l'absorption, ce qui n'est pas toujours le cas.

Solution de l'exercice 3 b, p. 26.

L'eau iodée colore l'amidon en bleu. Or seules les parties vertes (donc contenant de la chlorophylle) et les parties exposées à la lumière se colorent en bleu, donc contiennent de l'amidon. On en conclut que la formation d'amidon dans les feuilles n'a lieu qu'à la lumière et en présence de chlorophylle.

En faisant la même expérience en enfermant une feuille dans une boîte transparente où l'on ferait circuler de l'air privé de gaz carbonique, on constaterait l'absence d'amidon dans les parties vertes exposées à la lumière.

Amidon : matière carbonée, insoluble dans l'eau,

dont est formée la fécule de Pomme de terre.
Carbone : corps combustible entrant dans la constitution du charbon et de diverses substances dont sont formés les êtres vivants.

Chlorophylle : substance verte contenue dans les cellules des végétaux.

Gaz carbonique : gaz formé par l'union de carbone et d'oxygène ; il prend naissance lors de la combustion du charbon et est rejeté par tous les êtres vivants au cours de la respiration.

Oxygène : gaz contenu dans l'air et indispensable à la vie. Le carbone brûle dans l'oxygène en donnant du gaz carbonique.

Poils absorbants : poils très fins, situés vers l'extrémité des jeunes racines, et par lesquels l'eau pénètre dans les plantes.

Sels minéraux : substances qui ne sont pas propres aux êtres vivants et que les végétaux tirent du sol. Le sel de cuisine est un sel minéral.

Sève brute : liquide formé d'eau et de sels minéraux qui circule dans les vaisseaux du bois.

Sève élaborée : liquide formé d'eau, de sels minéraux et de substances carbonées qui circule dans les vaisseaux du liber.

Substance carbonée : substance contenant du carbone.

Substance organique : substance propre aux êtres vivants, qui contient du carbone.

Stomates : orifices microscopiques des feuilles par lesquels de l'eau est rejetée dans l'atmosphère.

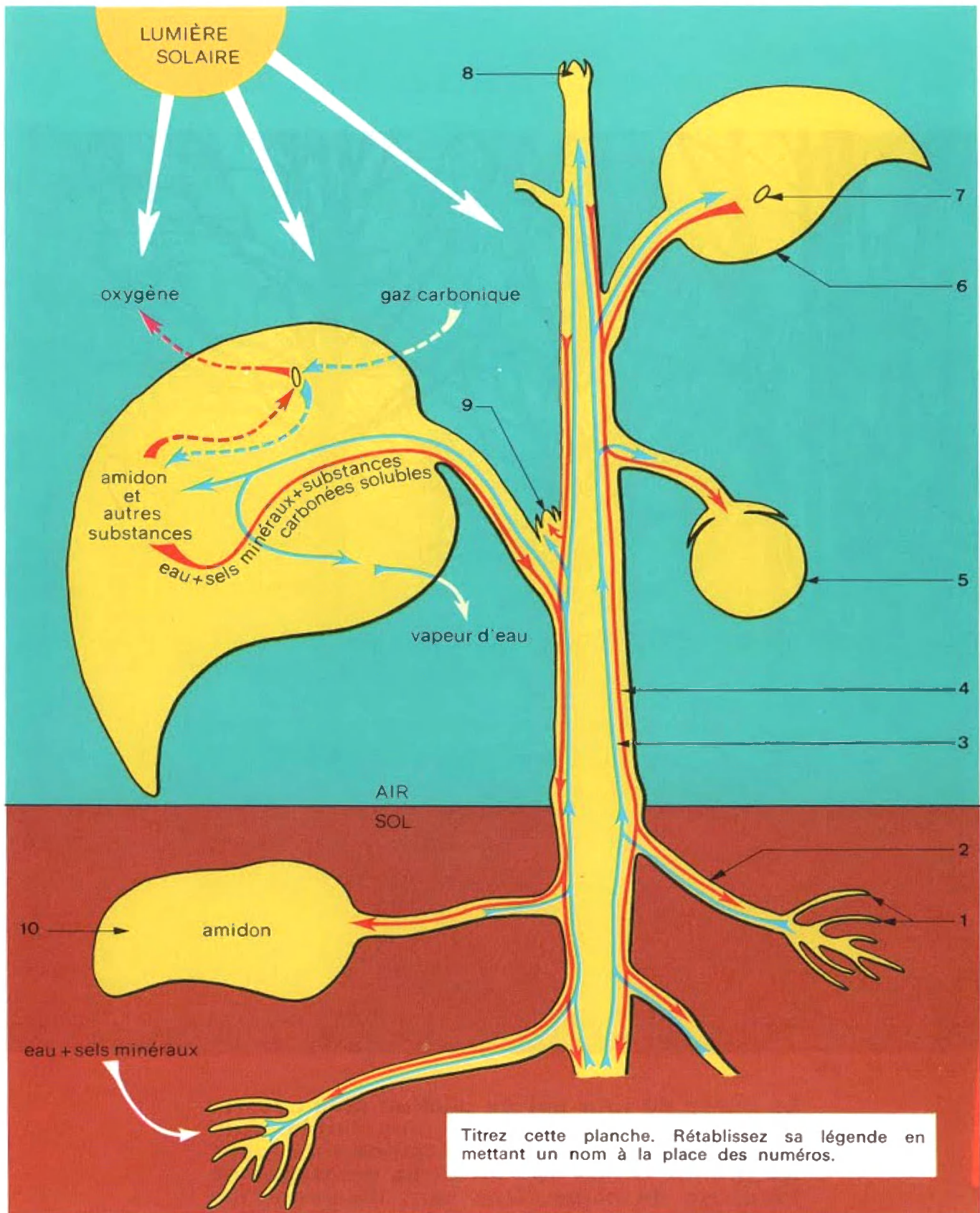
Vaisseaux du bois : conduits dans lesquels monte l'eau puisée dans le sol.

Vaisseaux du liber : conduits assurant le transport dans la plante des substances carbonées fabriquées au niveau des feuilles.

Schéma illustrant les principaux phénomènes relatifs à la nutrition des plantes. 1 Poils absorbants ; 2 Racine ; 3 Courant ascendant de sève brute (vaisseaux du bois) ; 4 Courant descendant de sève élaborée (vaisseaux du liber) ; 5 Fruit ; 6 Feuille ; 7 Stomate ; 8 Bourgeon terminal ; 9 Bourgeon axillaire ; 10 Tubercule.

Comment les plantes à fleurs se nourrissent-elles ?

planche 3



4/ Les plantes en hiver



1 Une forêt en hiver.

La durée du jour est de plus en plus courte, la luminosité de plus en plus faible. Aux pluies et brouillards de l'automne succèdent les grands froids de l'hiver. La montagne se recouvre de neige. Que sont devenues les plantes qui furent nos compagnes des belles journées d'été ?

1/ Que deviennent les plantes ligneuses ?

Chez certaines d'entre elles (fig. 1) les feuilles sont tombées (feuilles caduques), mais il subsiste des bourgeons (fig. 2). Chez d'autres, les feuilles sont restées (feuilles persistantes). Comment ces différentes plantes vont-elles passer l'hiver ?

a/ La mise en sommeil

Les plantes à feuilles caduques

La disparition des feuilles entraîne avec elle la disparition de tous les phénomènes dont elles étaient le siège : nutrition carbonée, respiration, transpiration. La sève ne circule plus. La plante, alors partiellement déshydratée (c'est-à-dire privée d'une partie de l'eau qu'elle contenait), est à l'abri du gel. En effet, en se transformant en glace, l'eau ferait éclater les organes des plantes, provoquant leur mort.

Les plantes à feuilles persistantes

L'humidité de l'air ralentit la transpiration et l'absorption de l'eau. Les échanges gazeux chlorophylliens diminuent du fait de la diminution de l'éclairement ; mais c'est surtout la baisse de température qui ralentit tous les phénomènes vitaux : la plante est ainsi protégée contre le gel.



2 Bourgeons d'un rameau de Maronnier en hiver.

4 Un rameau de Buix. Remarquez les feuilles épaisses.



Les bourgeons

Comme le montrent les figures 2 et 3, les bourgeons sont entourés d'écaillés brunes, épaisses, disposées comme les tuiles d'un toit : l'eau ne peut pénétrer.

Si vous enlevez en hiver les écailles de quelques bourgeons, vous constaterez au printemps que ces mêmes bourgeons sont morts.

De plus, à l'intérieur des bourgeons, il y a des feuilles poilues qui forment une bonne protection contre les variations de température.

3 Bourgeon à fleurs de Maronnier vu en coupe.



Les feuilles persistantes

La photographie de la figure 4 nous montre qu'elles sont recouvertes d'une pellicule cireuse luisante et imperméable sur laquelle l'eau gèle sans pénétrer.

Les tiges et rameaux

L'écorce qui entoure les tiges et les rameaux des plantes ligneuses est faite de liège, qui est une matière imperméable. Ainsi le liège de Chêne-liège (fig. 5) sert-il à faire des bouchons. C'est aussi un isolant qui protège contre les variations de température.

Pendant l'hiver, les plantes ligneuses sont donc protégées contre l'humidité et contre les variations de température.



5 Coupe d'un bouchon de Chêne-liège.

2/ Que deviennent les plantes herbacées ?

En hiver, il ne reste apparemment rien de la plupart des plantes herbacées, à l'exception de plantes qui, comme le Pissenlit, forment à la surface du sol une rosette de feuilles ayant en son centre un bourgeon. Pourtant les plantes herbacées réapparaissent au printemps. Comment cela est-il possible ? Sous quelle forme subsistent-elles ?

a/ Les graines

Le jardinier sème des graines pour obtenir de nouvelles plantes. Dans la nature, les graines tombent à la surface du sol où elles sont facilement recouvertes par de la terre ou des débris de feuilles. C'est ce qui se passe chez la Moutarde des champs, dont tous les autres organes meurent. Cette plante, qui ne vit qu'une année, est une plante annuelle.



6 Graine de Ricin dont le tégument externe est partiellement enlevé.

Or, les graines sont des organes secs qui sont, de ce fait, naturellement protégés contre le gel. D'autre part, chez de nombreuses plantes, comme le Ricin (fig. 6), elles sont protégées de l'humidité par une paroi épaisse, le **tégument**.

b/ Les rhizomes

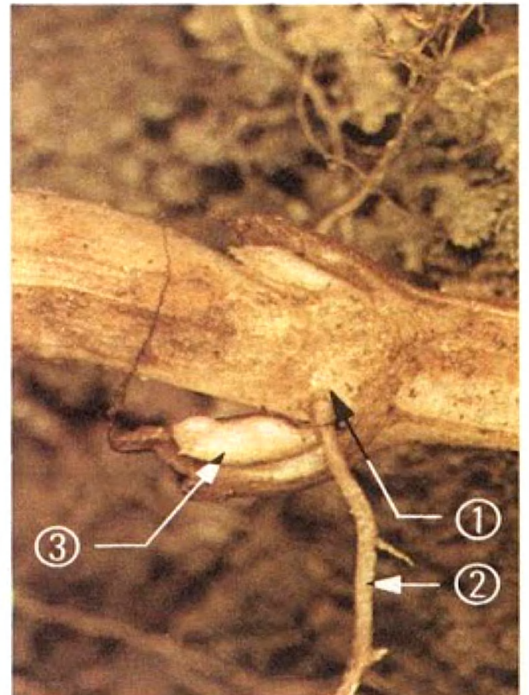
Chez le Lamier blanc (fig. 7 et 8), c'est toute une tige ramifiée, porteuse de bourgeons, qui reste vivante dans le sol. Des nœuds de ces tiges partent des **racines adventives**. De telles tiges souterraines sont des **rhizomes**.

Le Muguet, la Primevère, la Renoncule âcre, le Sceau de Salomon (planche IV) possèdent des rhizomes.

7 Rhizome de Lamier blanc, vue d'ensemble.

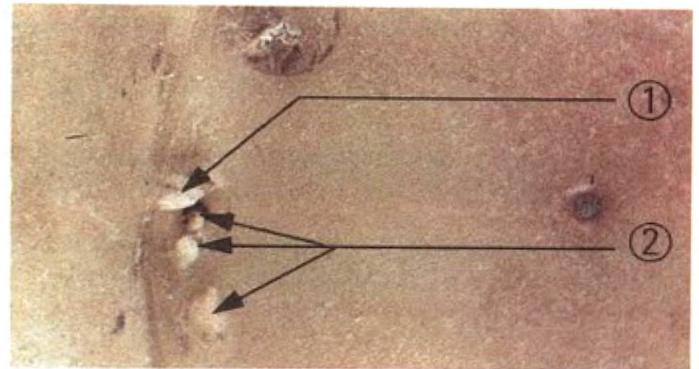


8 Rhizome de Lamier blanc. détail d'un nœud. 1. Nœud. 2. Racine adventive. 3. Bourgeon.



c/ Les tubercules

Les cultivateurs ne sèment pas des graines de Pomme de terre, mais ils mettent en terre des **tubercules**. Ces organes, dont les « yeux » (fig. 9) sont formés d'une écaille et de trois bourgeons, sont des tiges bourrées d'amidon.

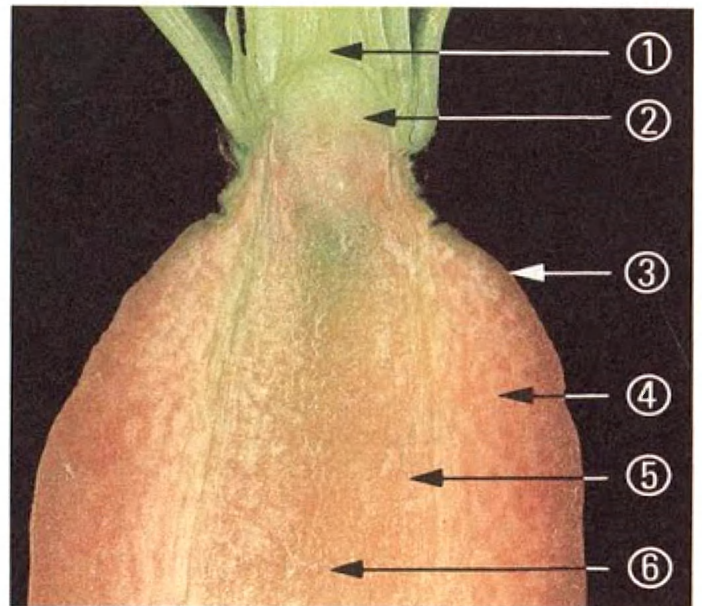


9 Un œil de Pomme de terre vu de face. 1. Écaille. 2. Bourgeons.

d/ Les racines tubéreuses

Ce sont celles de la Carotte, par exemple, dont la racine principale (fig. 10) s'est gorgée de substances diverses. Ces racines portent à leur sommet une courte tige terminée par un bourgeon. Sur une coupe de cette racine, on reconnaît de l'intérieur vers l'extérieur : la moelle, le bois (jaunâtre), le liber (rouge) et une fine écorce.

Le Navet, le Radis, la Betterave, le Dahlia, la Ficaire (planche IV) ont aussi des racines tubéreuses.



10 Racine de Carotte coupée en long. 1. Bourgeon. 2. Tige. 3. Écorce. 4. Liber. 5. Bois. 6. Moelle.

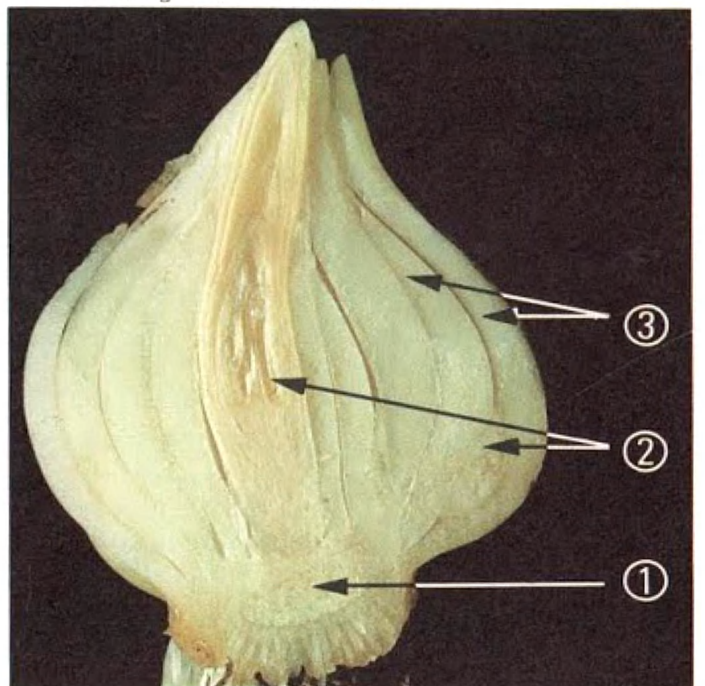
11 Bulbe de Tulipe coupé verticalement. 1. Plateau. 2. Bourgeons. 3. Écailles.

e/ Les bulbes ou oignons

Après la disparition de la Tulipe, il ne reste plus en terre qu'un organe globuleux, le **bulbe**. Sur une coupe du bulbe (fig. 11), on voit une tige en forme de disque, le **plateau**, qui porte des **écailles**, les unes charnues, les autres sèches, et des **bourgeons**.

Le Lis, l'Oignon, la Jacinthe des bois, le Narcisse (planche IV) subsistent également grâce à des bulbes.

Dans tous les cas, la chute des parties aériennes des plantes herbacées arrête le développement et l'activité des organes souterrains, ce qui constitue déjà une protection contre le froid. De plus, la terre, parfois la neige, joue un rôle d'isolant.



Conclusion

Les plantes ligneuses et herbacées, qui se distinguent par la consistance de leurs organes aériens, se comportent différemment pendant l'hiver. Les plantes ligneuses persistent en totalité ou perdent leurs feuilles, mais dans tous les cas les phénomènes vitaux sont ralentis.

Les plantes herbacées subsistent grâce à des graines ou à des organes souterrains particuliers (rhizomes, racines tubéreuses, tubercules, bulbes).

Dans tous les cas, les organes qui persistent sont protégés du froid, soit parce qu'ils sont déshydratés, soit parce qu'ils ont un revêtement isolant (écailles cireuses, liège...), soit encore parce qu'ils sont recouverts de terre ou de débris végétaux.

Bulbe (ou oignon) : partie souterraine renflée de certaines plantes.

Caduc, caduque : se dit des organes qui tombent (feuilles caduques).

Liège : tissu léger, isolant, imperméable, formant l'écorce des arbres.

Plante annuelle : plante qui ne vit qu'une saison et subsiste uniquement grâce à ses graines.

Plateau : tige très plate d'un bulbe qui porte les écailles et les bourgeons.

Racines adventives : racines qui se développent sur une tige.

Rhizome : tige souterraine.

Tégument : enveloppe de la graine.

Tubercule : tout organe renflé d'une plante. Les tubercules de la Pomme de terre sont des rameaux souterrains.

Tubéreux : qui forme une masse renflée et charnue; racine tubéreuse de la Carotte, par exemple.

Dessin A. — Comportement des plantes à l'approche de l'hiver :

a : Plantes ligneuses à feuilles persistantes (1) et à feuilles caduques (2); **b :** Plantes herbacées subsistant par certains organes : (1) feuilles en rosettes et racine (Pissenlit), (2) rhizome (Sceau de Salomon), (3) bulbe (Narcisse), (4) racines tubéreuses (Ficaire et Carotte); **c :** Plantes herbacées ne subsistant que par des graines (Moutarde) : plantes annuelles.

Dessin B. — Bourgeons de Marronnier, organisation externe et interne :

1 Écailles épaisses; 2 Bourre; 3 Bourgeon axillaire; 4 Écorce; 5 Liber; 6 Bois; 7 Moelle.

Dessin C. — Rhizome de Sceau de Salomon :

1 Unité annuelle du rhizome; 2 Cicatrice laissée par la tige florale; 3 Bourgeon; 4 Racines adventives.

Dessin D. — Coupe d'une racine de Carotte cultivée :

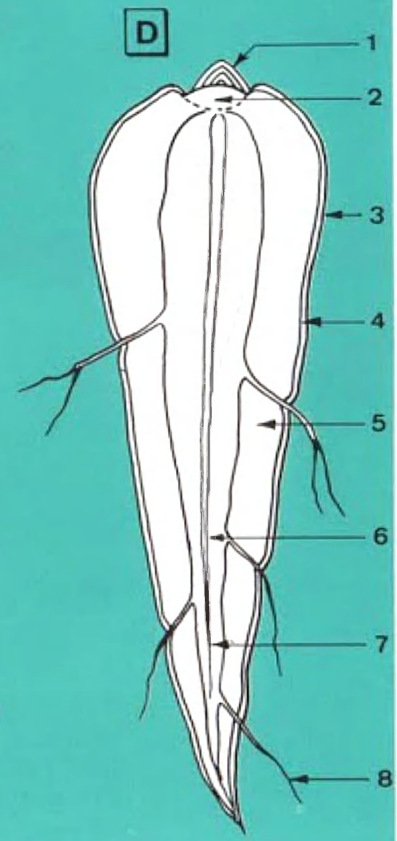
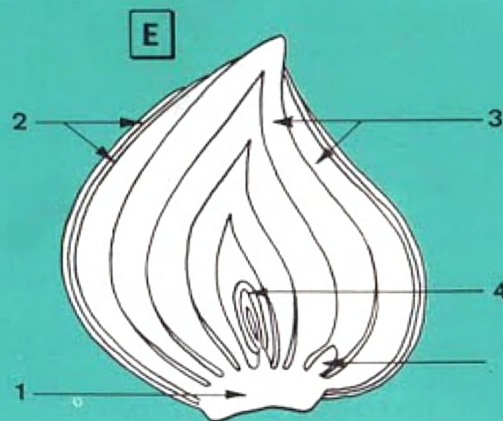
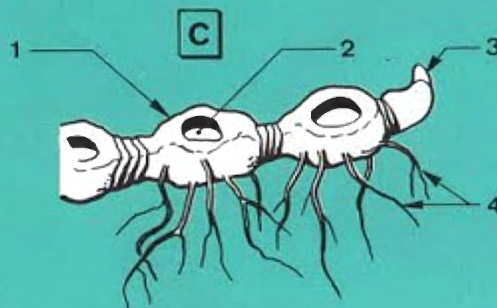
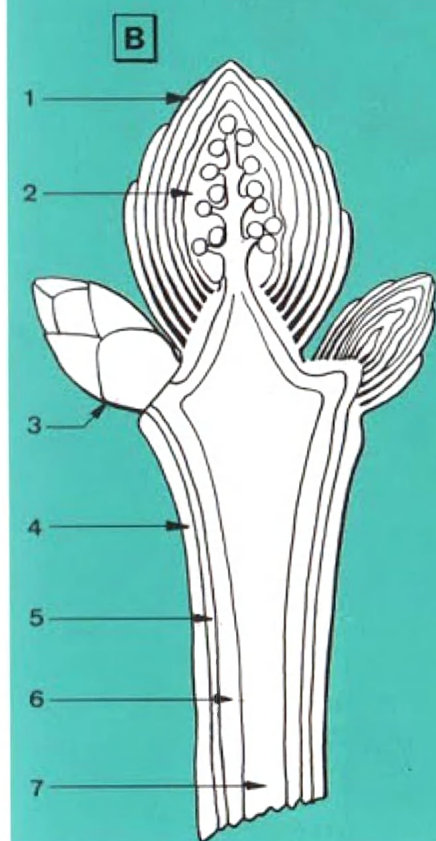
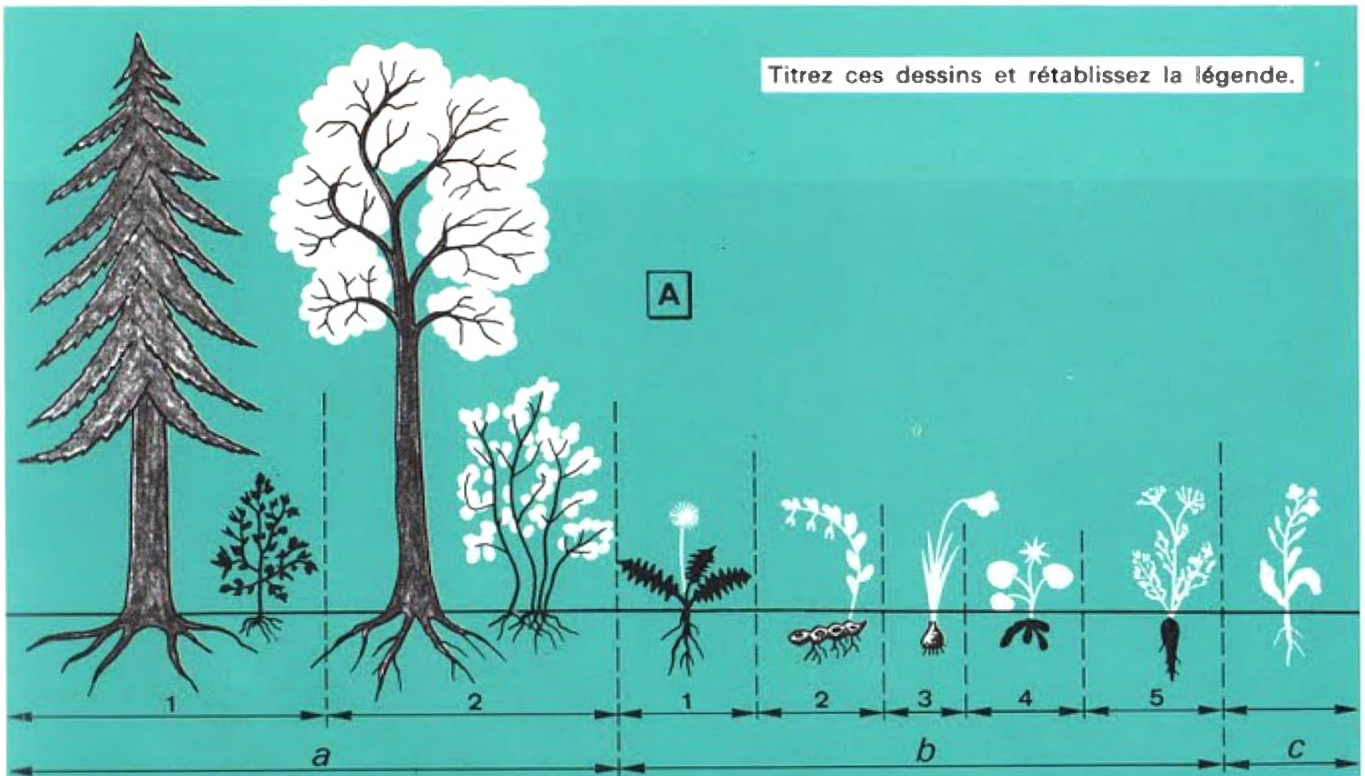
1 Bourgeon terminal; 2 Tige; 3 Racine principale; 4 Écorce; 5 Liber; 6 Bois; 7 Moelle; 8 Racine secondaire.

Dessin E. — Bulbe de Tulipe vu en coupe :

1 Plateau (tige); 2 Écailles desséchées; 3 Écailles charnues; 4 Gros bourgeon; 5 Petit bourgeon.

planche 4

Titrez ces dessins et rétablissez la légende.



5/ Le réveil de la nature

L'éclosion des bourgeons



1 A

Au printemps les arbres se couvrent à nouveau de feuilles et leurs rameaux s'allongent. Les plantes herbacées, qui avaient disparu en partie ou totalement, réapparaissent. Ce réveil de la nature se fait à partir des organes porteurs de bourgeons qui ont subsisté pendant l'hiver. De quelle façon ?

1/ Le réveil des plantes ligneuses

Observons un Marronnier, par exemple. Au printemps, ses bourgeons se gonflent, leurs écailles s'écartent (fig. 1 A), de jeunes feuilles poilues apparaissent (fig. 1 B). La sève circule donc de nouveau, comme le montre une incision faite dans un jeune rameau.

Les feuilles n'étant pas encore développées, la fonction chlorophyllienne ne peut avoir lieu. Les substances nutritives utilisées à cette époque proviennent donc de réserves.

Par la suite (fig. 1 C) une tige verte apparaît, puis les écailles des bourgeons tombent. La tige s'allonge rapidement, tandis que les feuilles s'épanouissent (fig. 1 D). Le bourgeon qui a donné naissance à ce rameau feuillé est un **bourgeon à bois**.

1 *Étapes de l'éclosion d'un bourgeon de Marronnier.*



Le réveil de la nature. L'éclosion des bourgeons

Pendant ce temps, d'autres bourgeons (voir fig. 4, p. 32) donnent naissance à des grappes de fleurs (fig. 2 A et 2 B et fig. 7, p. 16) : ce sont des **bourgeons à fleurs**.

A



2 Épanouissement d'un bourgeon à fleurs de Marronnier.

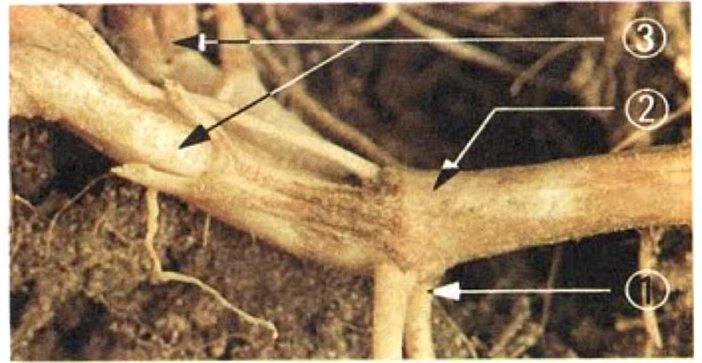
B



Remarques. 1. Chez les arbres fruitiers, les bourgeons à bois et les bourgeons à fleurs ne se ressemblent pas. Les premiers, petits et pointus, sont appelés **dards** : les seconds, plus gros et arrondis, sont appelés **boutons**. 2. Les bourgeons doivent subir l'action du froid pour s'épanouir au printemps. En effet, si avant l'hiver on met un jeune Hêtre en serre, ses bourgeons ne s'épanouissent pas au printemps. S'il est mis en serre après que ses bourgeons ont subi la morsure du froid, ces derniers s'épanouissent et cela avant la date normale : on dit que le Hêtre a été « forcé ».

Le réveil de la nature. L'éclosion des bourgeons

3 Rhizome de Lamier blanc au printemps.
1. Racines adventives.
2. Nœud. 3. Jeunes rameaux.



2/ Le réveil des organes persistants des plantes herbacées

Au printemps, examinons les organes des plantes citées dans le chapitre précédent.

a/ Le Lamier blanc

Les bourgeons du rhizome reprennent leur activité et donnent naissance (fig. 3) :

- d'une part, à des tiges aériennes porteuses de feuilles et de fleurs ;
- d'autre part, à de nouvelles tiges souterraines.

Cette activité entraîne une multiplication de la plante, dite **multiplication végétative**, sans passer par la graine.

Le Lamier blanc, qui, grâce à son rhizome, subsiste durant de nombreuses années, est une **plante vivace**.

b/ La Pomme de terre

Avant la fin de l'hiver, les tubercules de Pomme de terre conservés dans une cave « germent » (fig. 4), produisant de jeunes tiges à la base desquelles se développent des racines adventives. En terre, sur ces tiges, qui deviennent des tiges aériennes, se développent des rameaux à l'extrémité desquels se formeront de nouveaux tubercules (fig. 5) : il y a donc multiplication végétative.

Pendant ce temps, le tubercule mis en terre se vide, preuve que la croissance des nouveaux organes se fait grâce aux substances nutritives contenues dans ce tubercule.

La Pomme de terre est une **plante vivace** par ses tubercules.

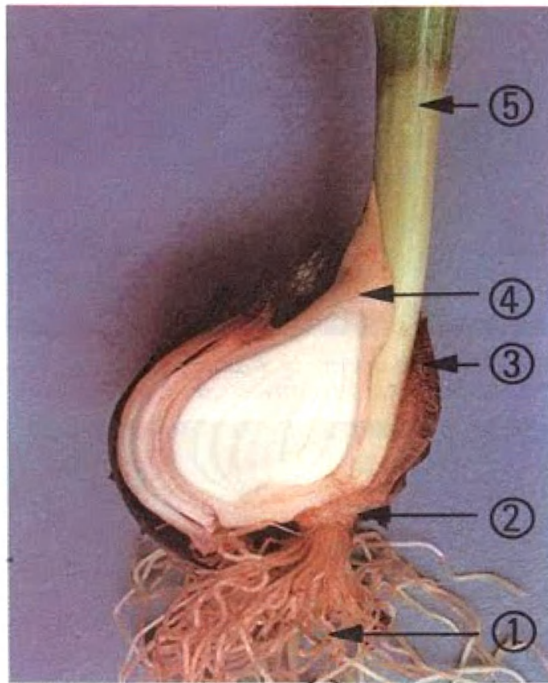
4 Germination de la Pomme de terre. 1. Jeune tige. 2. Racines adventives. ▼



5 Un pied de Pomme de terre formé à partir d'un tubercule. 1. Tubercule initial vidé de ses réserves. 2. Nouveau tubercule. 3. Rameau souterrain. 4. Tige aérienne. ▼

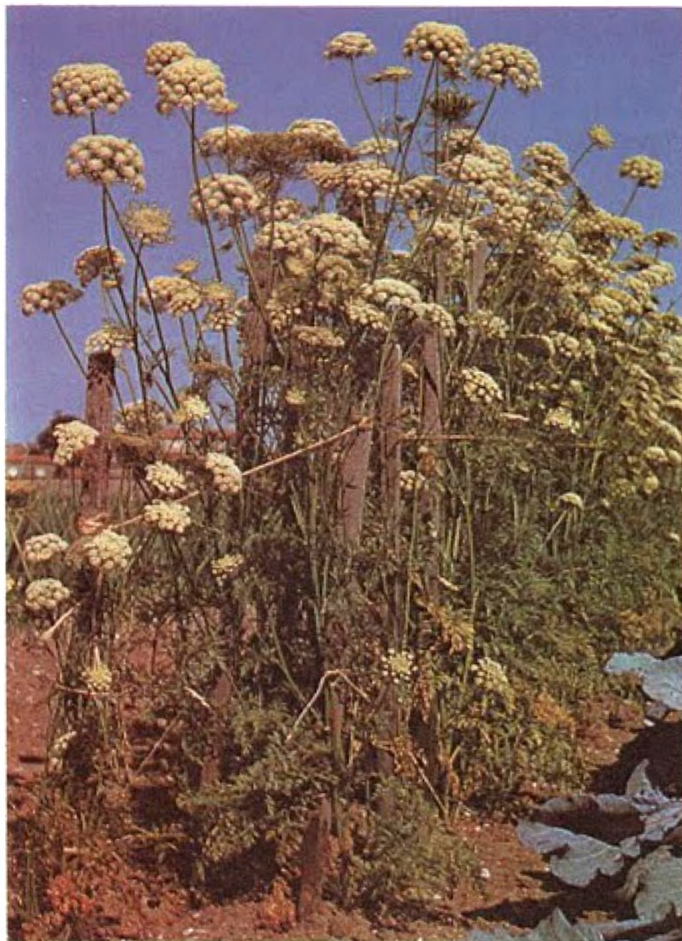


Le réveil de la nature. L'éclosion des bourgeons



6 Bulbe de Tulipe lors de la floraison (coupe verticale). 1. Racines adventives. 2. Plateau. 3. Écailles de l'ancien bulbe vidées de leurs réserves. 4. Nouveau bulbe en formation. 5. Tige aérienne portant des feuilles et une fleur.

7 Pieds de Carotte cultivée en fleur, au cours de la deuxième année.



c/ La Tulipe

Plaçons des bulbes de Tulipe sur de petites carafes. Bientôt des racines apparaissent à la base du plateau. En même temps, sur une coupe (fig. 11, p. 35), on voit que les bourgeons intérieurs se développent. Celui du centre (fig. 6), qui engendre une tige porteuse de feuilles et d'une fleur, est un bourgeon à fleur ; les autres, qui donnent de nouveaux bulbes, sont des bourgeons à bulbes : il y a donc multiplication végétative.

La Tulipe est une **plante vivace** par ses bulbes.

d/ La Carotte cultivée

Une racine de Carotte remise en terre au printemps donne naissance à de nouvelles feuilles et à une tige, tandis que la racine se vide. Cette tige portera plus tard des fleurs et des fruits (fig. 7) ; après quoi, la plante mourra.

La végétation de la Carotte cultivée se faisant sur deux ans, on dit que c'est une **plante bisannuelle**.

Remarque. Chez la Ficaire et le Dahlia, qui ont plusieurs racines tubéreuses, chaque racine engendre de nouvelles tiges. Contrairement à la Carotte cultivée, la Ficaire et le Dahlia sont des plantes vivaces qui se multiplient (multiplication végétative) par leurs racines.

Conclusion

Les plantes ligneuses, les plantes herbacées à rhizomes, à tubercules, à bulbes ou à racines tubéreuses, sont toutes des plantes vivaces. En effet, grâce aux bourgeons que portent les organes qui subsistent pendant l'hiver, elles s'accroissent et se multiplient (multiplication végétative) dès que reviennent les beaux jours. Il faut cependant mettre à part la Carotte cultivée, qui meurt au bout de la deuxième année : c'est une **plante bisannuelle**.

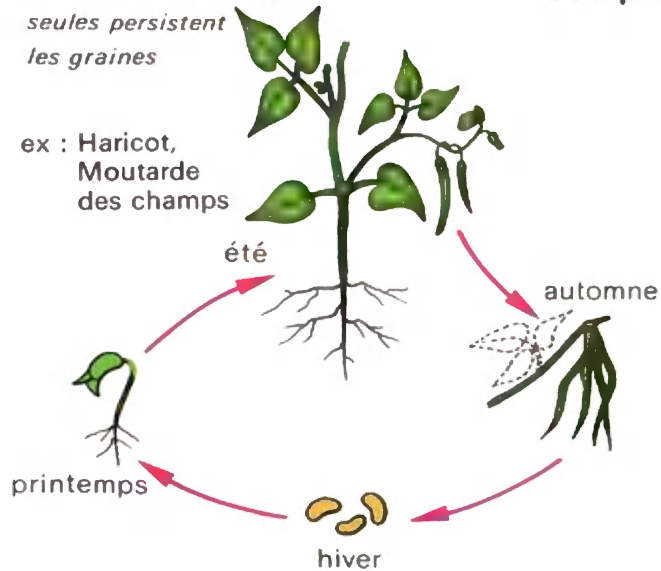
Le réveil de la nature. L'éclosion des bourgeons

Cycles de vie des plantes

Plantes annuelles

la plante entière meurt, seules persistent les graines

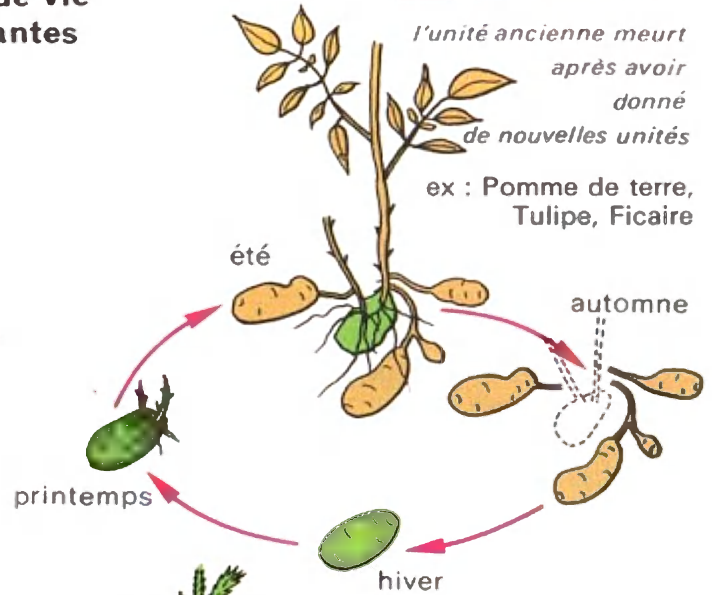
ex : Haricot, Moutarde des champs



Plantes vivaces

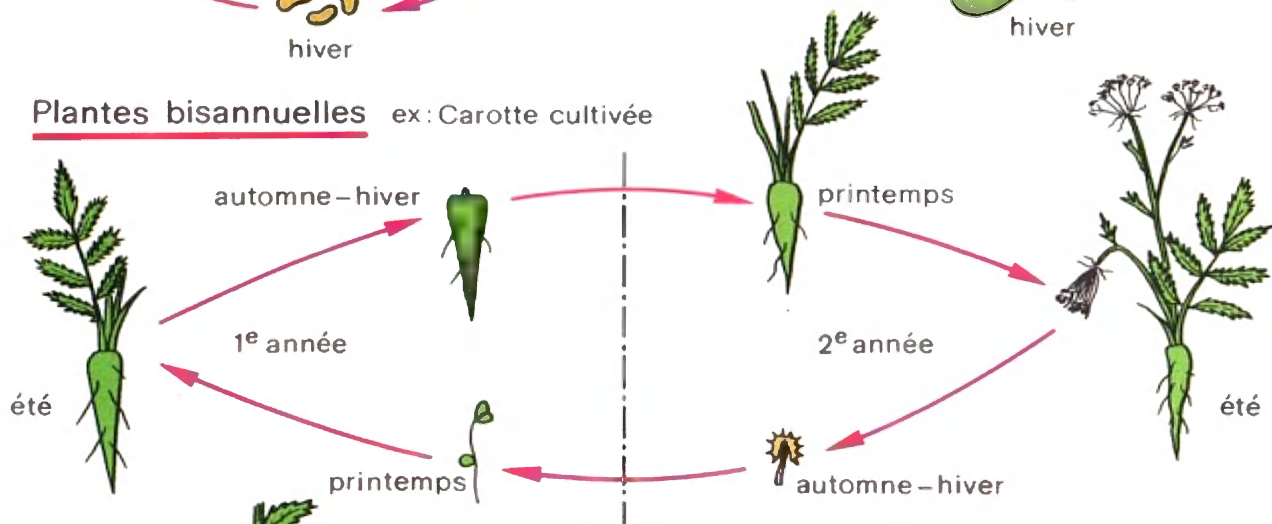
l'unité ancienne meurt après avoir donné de nouvelles unités

ex : Pomme de terre, Tulipe, Ficaire

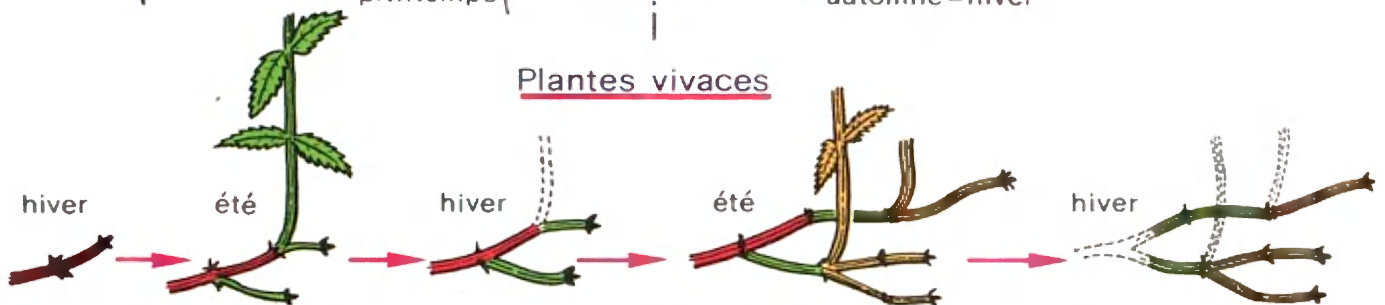


Plantes bisannuelles

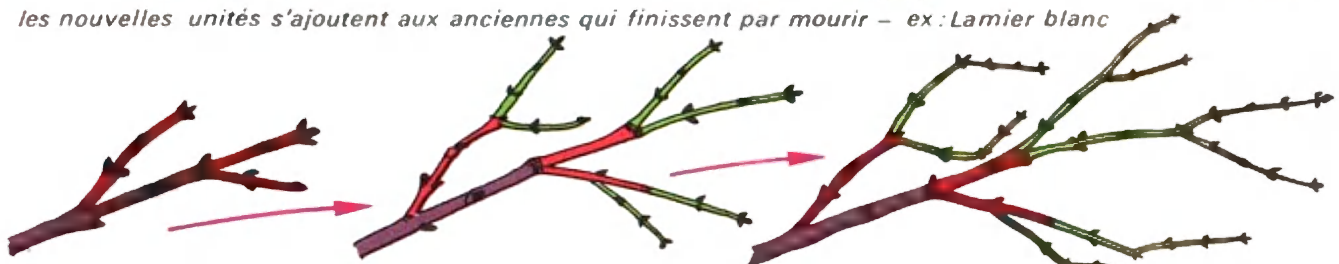
ex : Carotte cultivée



Plantes vivaces



les nouvelles unités s'ajoutent aux anciennes qui finissent par mourir - ex : Lamier blanc



les nouvelles unités s'ajoutent aux anciennes qui continuent à vivre - ex : Marronnier, Chêne, Cerisier

Le réveil de la nature. L'éclosion des bourgeons

Bouton ou bourgeon à fleurs : bourgeon qui, en se développant, engendre des fleurs.

Dard ou bourgeon à bois : bourgeon qui, en se développant, engendre un rameau feuillé.

Multiplication végétative : multiplication qui se fait par des organes assurant normalement le développement des plantes. Exemples : rhizome, bulbe.

Organe végétatif : organe grâce auquel une plante se développe, se nourrit.

Plante bisannuelle : plante qui fleurit puis meurt la deuxième année de son existence.

Plante vivace : plante qui, grâce à certains organes, survit pendant l'hiver, et dont l'existence se prolonge pendant un certain nombre d'années.

Dessin A. — Branche de Marronnier pendant l'hiver 1972-73 :

1 Cicatrice foliaire ; 2 Bourgeon axillaire avorté ; 3 Cicatrices laissées par les écailles des bourgeons ; 4 Bourgeon axillaire ; 5 Bourgeon terminal formé en 1972 ; 6 Bourgeon terminal avorté.

La formation du rameau R1 a commencé en 1970, celle du rameau R2 en 1971. Le rameau R3 s'est développé en 1972 ; le bourgeon axillaire qui lui a donné naissance s'était formé en 1970 ; il est donc resté en sommeil pendant l'année 1971. Les rameaux R4, R5, R6 se sont formés en 1972. Les segments a, b, c du rameau R sont respectivement de 1969, 1970, 1971. Les segments a, b, c du rameau R1 sont de 1970, 1971, 1972 ; a et b de R2 sont de 1971 et 1972.

Dessin B. — Développement de la Ficaire :

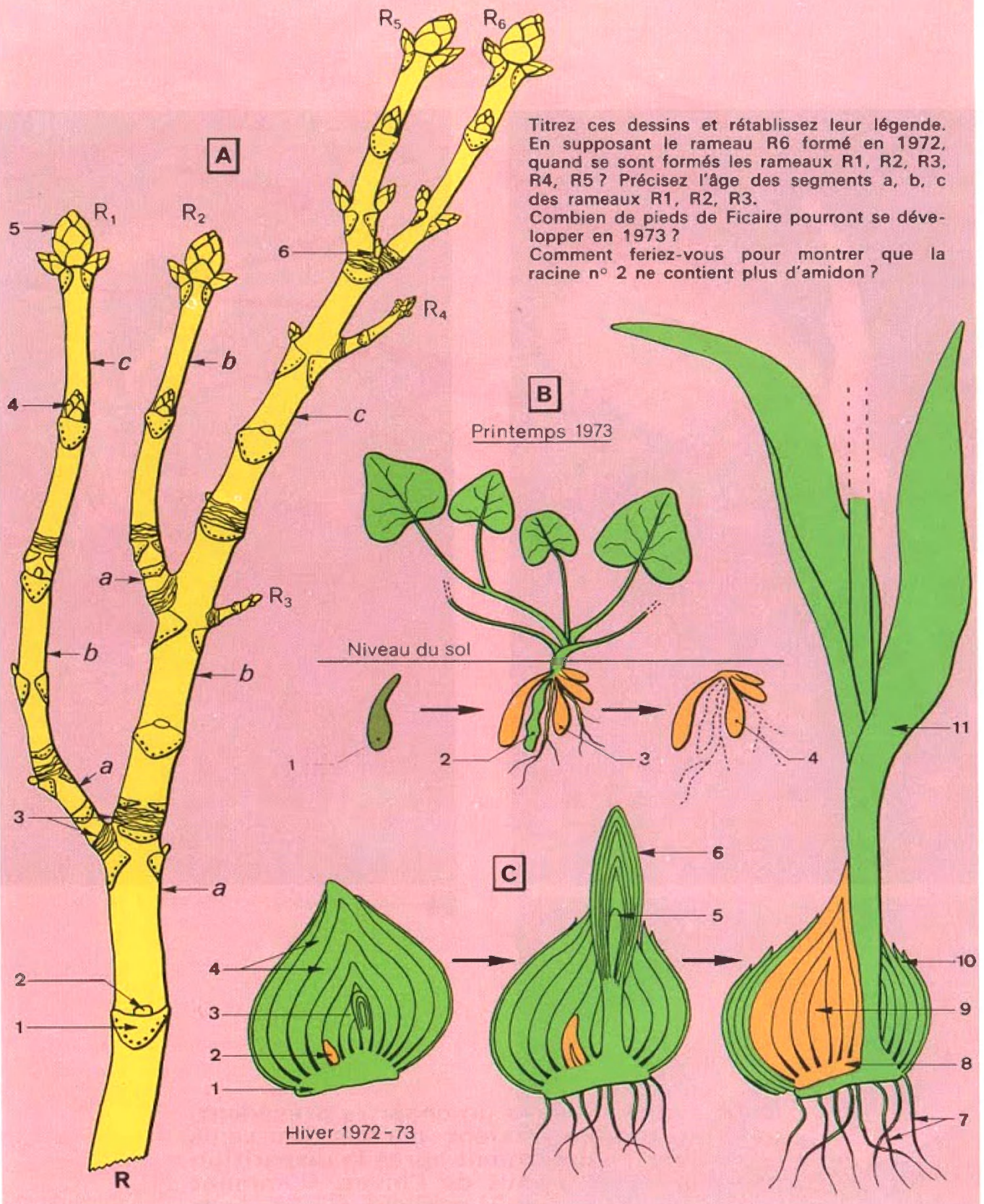
1 Racine tubéreuse pendant l'hiver 1971-72 ; 2 Racine se vidant au printemps 1972 ; 3 Nouvelles racines tubéreuses en formation ; 4 Racine tubéreuse au cours de l'hiver 1972-73. Au printemps 1973 elles donneront quatre pieds de Ficaire.

La disparition de l'amidon dans la racine 2 se constatera à l'absence de coloration bleue en présence d'eau iodée.

Dessin C. — Développement de la Tulipe :

1 Plateau ; 2 Bourgeon à bulbe ; 3 Bourgeon à fleur ; 4 Écailles charnues ; 5 Bouton ; 6 Feuilles ; 7 Racines adventives ; 8 Plateau du nouveau bulbe ; 9 Nouveau bulbe qui donnera une nouvelle Tulipe en 1973 ; 10 Écailles vidées de leurs réserves ; 11 Feuilles engainantes.

planche 5



6/ Le réveil de la nature

Germination des graines



1 *Gland germant.*



2 *Marron germant.*

Nous avons vu, dans un chapitre précédent, que les graines étaient parfois les seuls organes qui subsistaient après la disparition des plantes au début de l'hiver. Comment ces graines (fig. 1 et 2) peuvent-elles donner naissance à de nouvelles plantes ?

1/ Naissance d'une plante à partir d'une graine

Suivons, par exemple, les étapes de la germination d'une graine de Haricot en plaçant des graines d'une part dans du coton humide, d'autre part dans un pot rempli de terre également humide.

Sous l'influence de l'eau, la graine se ramollit et se gonfle. Une déchirure se produit (fig. 3) dans la peau, ou tégument, qui enveloppe la graine. Un organe conique sort puis s'allonge verticalement vers le bas : c'est donc une jeune racine.



3 Début de la germination du Haricot.

Un peu plus tard (fig. 4) apparaissent des poils absorbants et des ébauches de racines secondaires.



4 Germination du Haricot. On voit apparaître les ébauches des racines secondaires.

Le réveil de la nature. Germination des graines



Puis, on voit sortir un organe cylindrique (fig. 5 et 6) qui soulève la graine (on dit que la graine lève) ; cet organe verdit : c'est donc une petite tige.

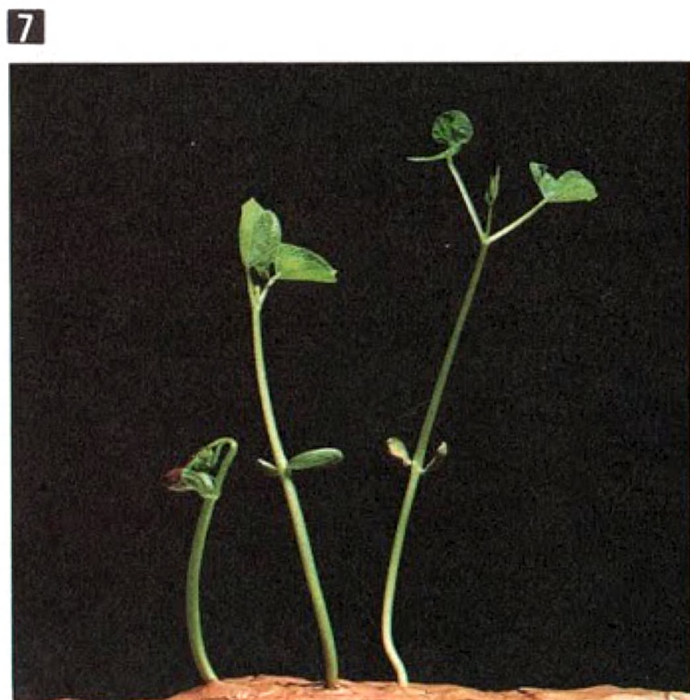
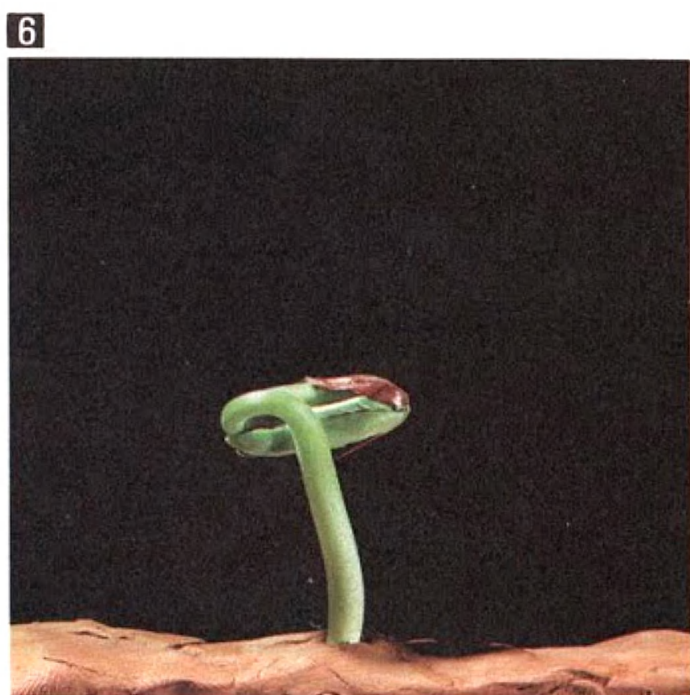
A partir de ce moment (fig. 6), le tégument tombe, dévoilant deux masses charnues, les **cotylédons**, qui s'écartent, laissant apparaître deux petites feuilles vertes.

La tige (fig. 7), maintenant redressée, s'allonge à la fois au-dessous et au-dessus du point d'attache des cotylédons. Les feuilles se développent et s'étalent ; ce sont des feuilles simples et opposées. On distingue maintenant un petit bourgeon à l'extrémité de la tige.

Les cotylédons (fig. 7), de plus en plus flétris, finissent par tomber (fig. 8). La tige continue alors sa croissance au-dessus du premier nœud, puis des feuilles composées à trois folioles se développent.

Mais d'où vient la jeune plante ? Pour répondre, étudions la graine.

5 Figures 5, 6, 7, 8. Étapes successives du développement du Haricot.



2/ Etude de la graine du Haricot

Observons une graine ayant séjourné une nuit dans l'eau. Sur sa face concave (fig. 9), on voit une légère saillie et la cicatrice laissée par le pédoncule qui la rattachait à la paroi du fruit.

Une fois le tégument enlevé, ainsi qu'un des deux cotylédons (fig. 10), on remarque une minuscule plante, la **plantule**, encore appelée germe, où l'on reconnaît :

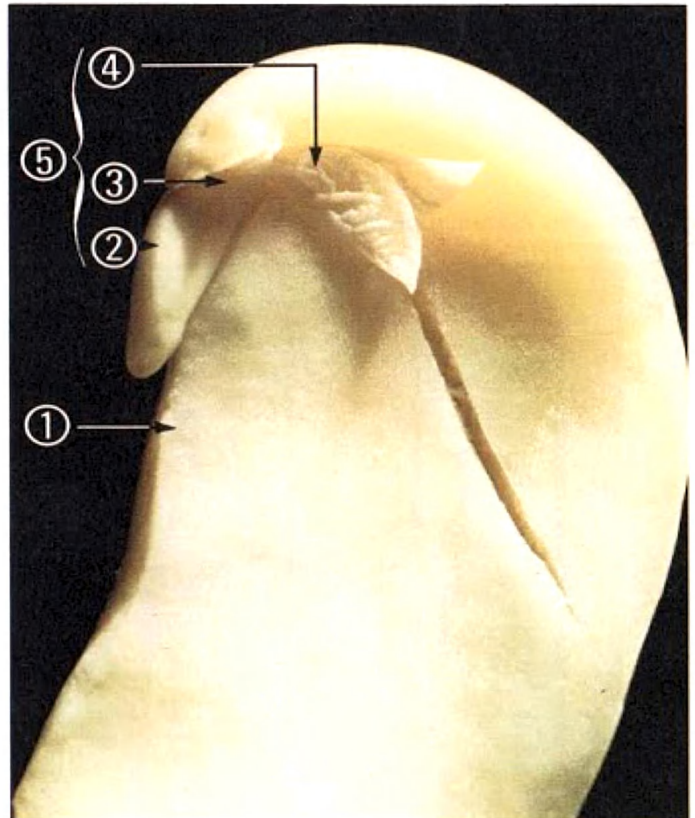
- une petite racine, la **radicule**, qui faisait saillie sous le tégument ;
- une courte tige, la **tigelle**, à laquelle sont rattachés les cotylédons ;
- deux feuilles cachant un minuscule bourgeon, l'ensemble formant la **gemmule**.

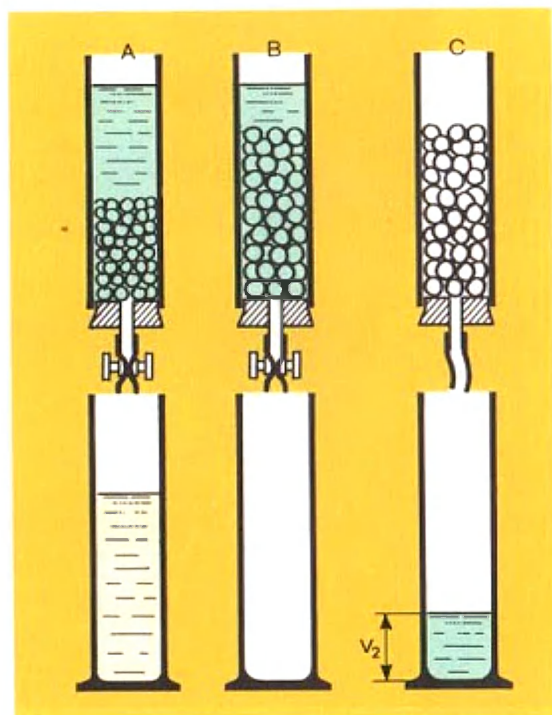
8



9 Graine de Haricot vue par sa face concave.

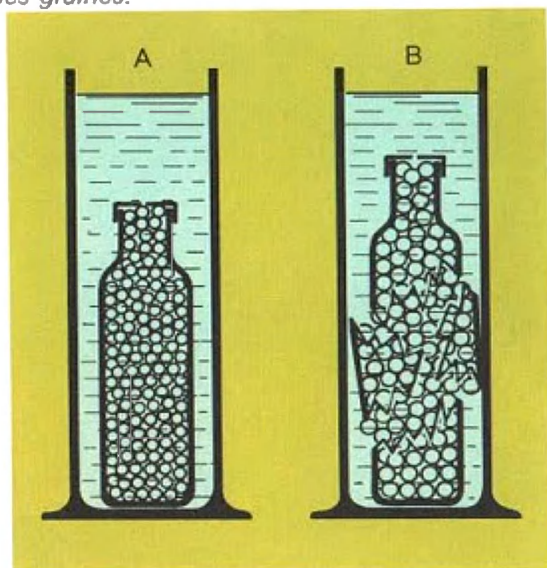
10 Graine de Haricot ouverte, un des deux cotylédons ayant été enlevé. 1. Cotylédon. 2. Radicule. 3. Tigelle. 4. Gemmule. 5. Plantule.





11 Mesure de la quantité d'eau absorbée par des graines.

12 Mise en évidence de la force de gonflement des graines.



3/ Signification des phénomènes qui accompagnent la germination

a/ Le gonflement des graines

Ce phénomène n'a lieu que si les graines sont en milieu humide ; donc il y a pénétration d'eau dans les graines.

Importance de la quantité d'eau absorbée

Observons l'expérience illustrée par la figure 11. En **A** on verse sur les graines une quantité d'eau connue, soit un volume V_1 .

Après plusieurs heures, les graines ayant cessé de gonfler, on constate que le niveau de l'eau dans le tube n'a pas changé, preuve que de l'eau a bien été absorbée par les graines.

Recueillons l'eau non absorbée ; soit V_2 son volume. La quantité d'eau absorbée par les graines est $V_1 - V_2$.

Remarque. En mesurant le volume de l'eau absorbée à intervalles de temps réguliers, on peut connaître la vitesse de pénétration de l'eau dans les graines. De plus, en opérant avec différentes sortes de graines, on peut constater que cette vitesse varie avec l'épaisseur du tégument.

Importance du gonflement

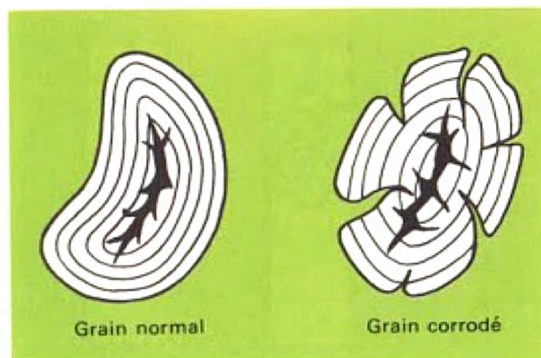
L'expérience qu'illustre la figure 12 montre que la bouteille éclate quand les graines sont gorgées d'eau ; la force exercée par le gonflement est donc considérable, capable de soulever le sol et de favoriser ainsi la germination.

b/ Le flétrissement des cotylédons

Le flétrissement des cotylédons laisse prévoir qu'ils contiennent des réserves utilisées par la plante au début de son développement.

Pour le vérifier, enlevons les trois quarts des cotylédons d'une graine gonflée et plaçons ce qui en reste sur du coton humide. La jeune plantule cesse bientôt de se développer.

Par ailleurs, versons de l'eau iodée sur des cotylédons après avoir gratté leur surface ; ils se colorent en bleu, preuve qu'ils contiennent de l'amidon. Or, au microscope (fig. 13), les grains d'amidon des cotylédons apparaissent rongés pendant la germination : la plantule utilise donc l'amidon comme aliment pendant la germination.



13 A gauche, grain d'amidon normal, à droite grain d'amidon en voie de digestion, vus au microscope.

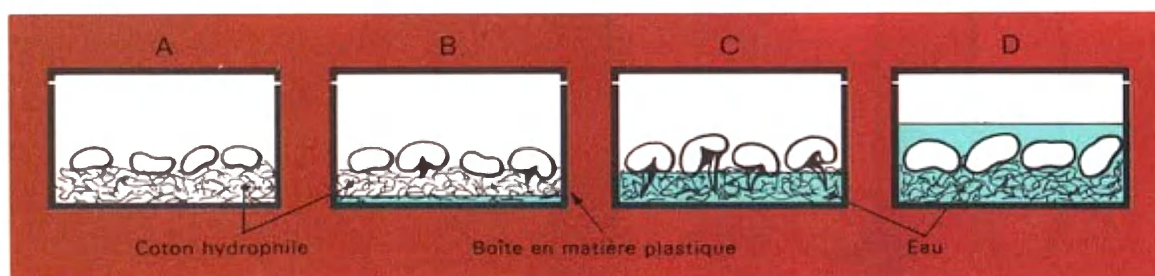
4/ Conditions nécessaires à la germination

Ce n'est pas en hiver, ni en été si le sol est sec, mais en général au printemps, quand la température est douce et la terre assez humide, que les graines germent. La germination exige donc certaines conditions.

a/ Importance de l'humidité

Dans une pièce tempérée, réalisons l'expérience illustrée par la figure 14. En **A** les graines ne germent pas, en **B** très peu germent et les

14 Mise en évidence de l'influence de l'humidité sur la germination.



Le réveil de la nature. Germination des graines

plantules meurent, en **D** elles pourrissent, en **C** les plantules se développent normalement. Les graines ont donc besoin d'eau pour germer, mais elles ne doivent pas être noyées.

b/ Importance de la température

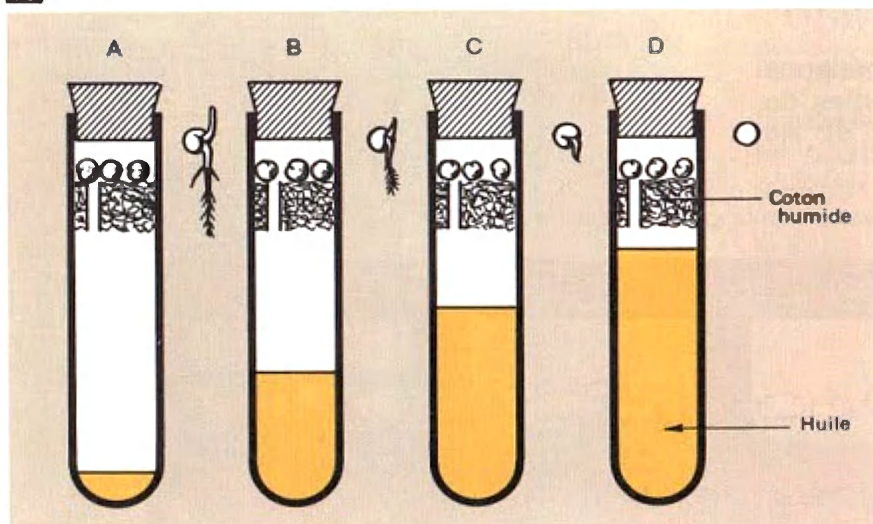
Dans trois boîtes **A**, **B**, **C**, contenant du coton humide, on met le même nombre de graines de Haricot. **A** est placé dans un réfrigérateur, **B** dans une cave à 10° et **C** dans une pièce à 20°. On constate que la germination n'a pas lieu dans la boîte **A**, et qu'elle est plus rapide en **C** qu'en **B**.

Une température assez douce est nécessaire à la germination.

c/ L'air est nécessaire à la germination

Dans l'expérience que montre la figure 15, on constate que la germination s'arrête d'autant plus tôt qu'il y a moins d'air, et qu'elle ne se poursuit qu'en **A**, où il y a beaucoup d'air.

15 Mise en évidence du rôle de l'air dans la germination.



Le réveil de la nature. Germination des graines

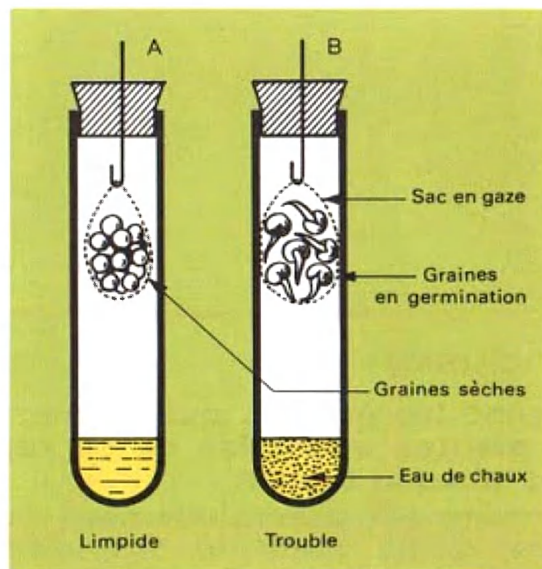
Les graines ont donc besoin d'air pour germer. Elles respirent en effet, comme le prouve l'expérience de la figure 16 qui met en évidence le rejet de gaz carbonique par les graines en germination.

Remarque. Les graines sèches respirent aussi mais trop faiblement pour que l'eau de chaux se trouble.

Les résultats de ces expériences permettent de comprendre certaines pratiques horticoles :

- en hiver, les semis se font sous châssis ou dans des serres ;
- en été, les semis sont arrosés quand il fait sec ;
- le sol doit être bien labouré pour assurer une bonne circulation de l'air et faciliter la pénétration des racines.

Remarque. D'autres conditions sont nécessaires pour qu'une graine germe. Il faut tout d'abord qu'elle soit arrivée à maturité, il faut qu'elle ne soit pas trop âgée (des graines de Haricot de trois ans ne germent pas), enfin les graines de certaines plantes ne peuvent germer si elles n'ont pas subi l'action du froid.



16 Mise en évidence du rejet de gaz carbonique par des graines.

Le réveil de la nature. Germination des graines

Conclusion

Ce sont les graines qui permettent aux plantes annuelles de se reproduire chaque année.

La graine est essentiellement constituée d'une plantule entourée de réserves nutritives. Son état de dessiccation lui permet de résister aux froids de l'hiver. L'humidité du sol et une température plus douce provoquent la germination au printemps. Un sol meuble et aéré est indispensable à une bonne germination.

Les graines ne conservent leur pouvoir de germer que pendant une durée limitée.

Cotylédons : feuilles souvent charnues contenant des réserves nutritives et entourant la plantule de la graine.

Gemmule : feuilles et bourgeon situés à l'extrémité de la tigelle de la plantule.

Plantule : « germe » contenu dans la graine.

Radicule : racine de la plantule.

Tigelle : tige de la plantule.

Dessin A. — Graine de Haricot ouverte :

1 Gemmule ; 2 Cicatrice d'attache d'un cotylédon ; 3 Tigelle ; 4 Radicule ; 5 Plantule ; 6 Cotylédon auquel la plantule est restée fixée ; 7 Tégument.

Dessins B, C, D, E, F. — Étapes de la germination du Haricot : (Les parties qui se correspondent ont les mêmes couleurs.)

B Rupture du tégument (2), sortie de la radicule (1).
C Allongement de la tigelle (4), la graine sort de terre, apparition des racines secondaires (3).

D Chute du tégument, les premières feuilles (5) apparaissent, les cotylédons (6) s'écartent et commencent à se vider de leurs réserves.

E Croissance de la tige (7) à partir du bourgeon terminal (9), les feuilles s'écartent.

F Croissance de la tige au-dessus des premières feuilles à la base desquelles on voit un bourgeon axillaire (8). Chute des cotylédons, la plante peut se nourrir seule.

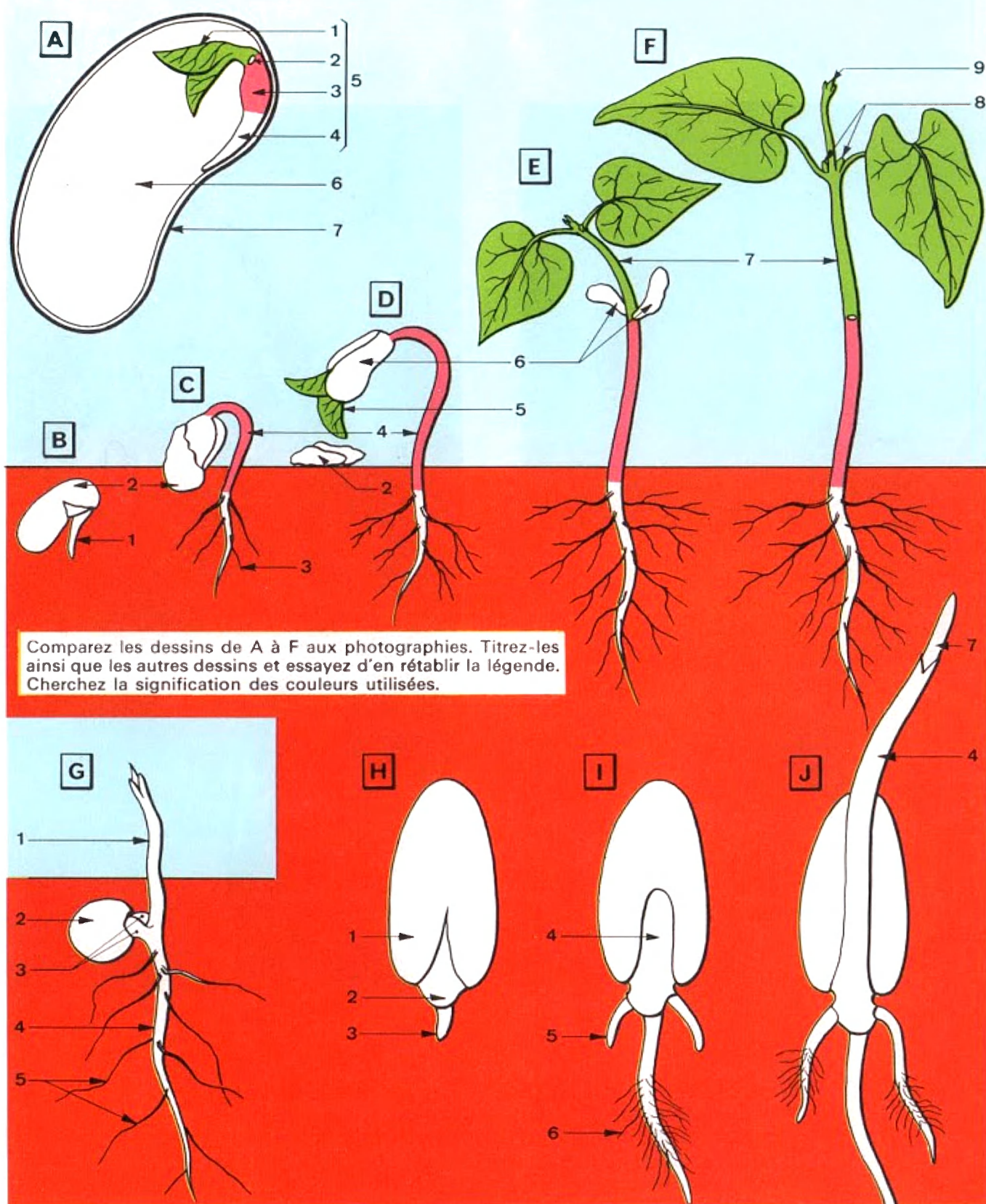
Dessin G. — Germination du Pois :

1 Tige formée à partir du bourgeon terminal ; 2 Graine restant en terre ; 3 Pétioles des cotylédons ; 4 Racine principale ; 5 Racines secondaires.

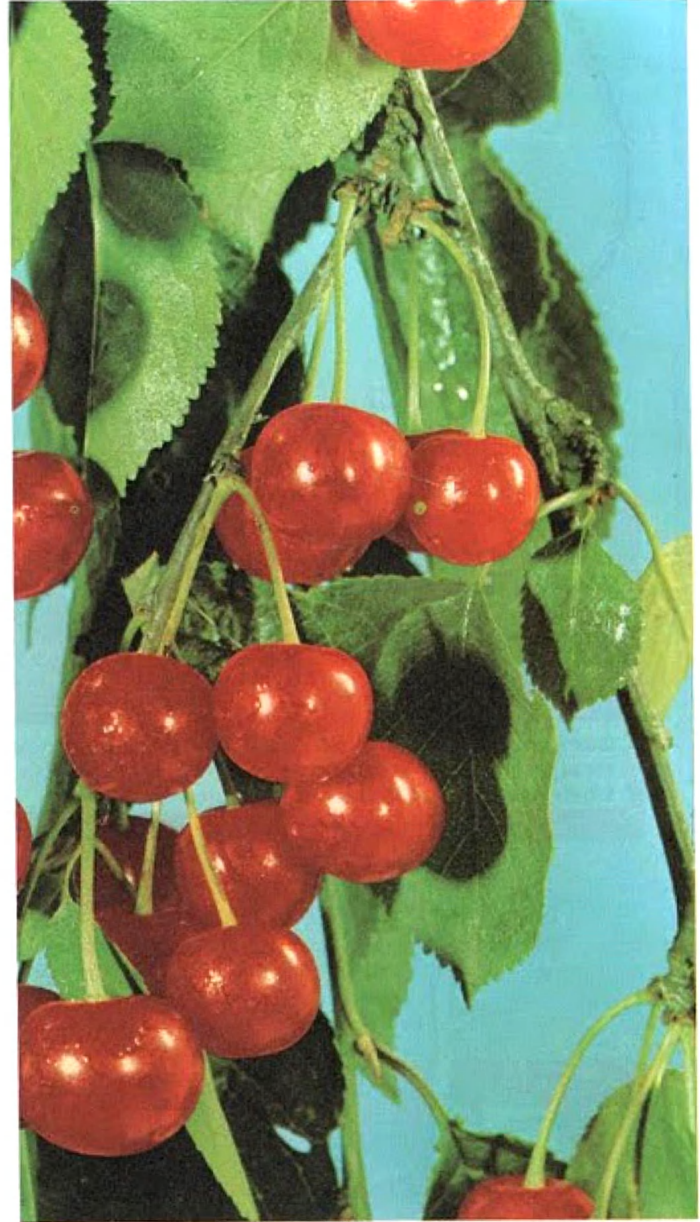
Dessins H, I, J. — Germination du grain de Blé :

1 Grain ; 2 Étui couvrant la radicule ; 3 Racine principale sortant de l'étui ; 4 Étui cachant les feuilles ; 5 Racines secondaires ; 6 Poils absorbants ; 7 Première feuille sortant de l'étui (4).

planche 6



7/ De la fleur au fruit et à la graine



1 Fleurs et fruits du Cerisier.

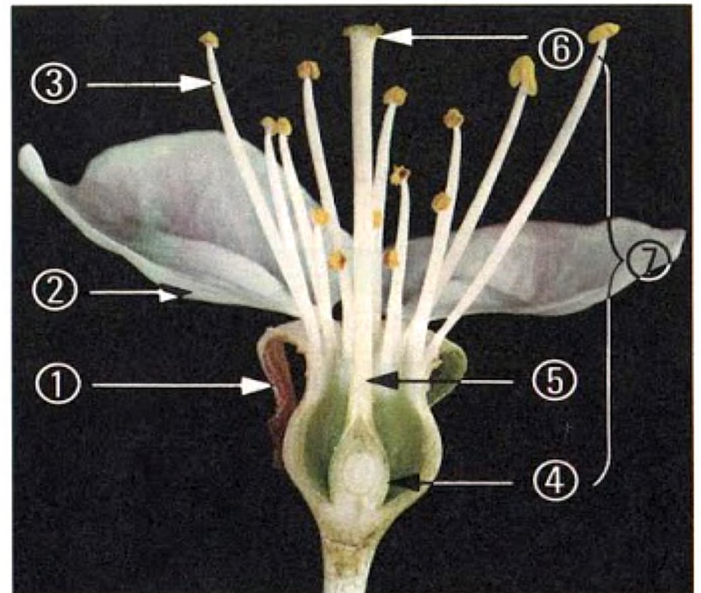
Nous avons vu (chap. 2) que les plantes à fleurs portent à un certain moment des fleurs, puis des fruits qui contiennent des graines. Comment, dans le cas du Cerisier par exemple (fig. 1), se fait le passage des fleurs aux fruits et aux graines et la dispersion de celles-ci ?

1/ Comment les fleurs se transforment-elles en fruits et en graines ?

a/ Organisation de la fleur du Cerisier

Sur la coupe verticale d'une fleur (fig. 2), nous reconnaissons les différentes parties observées sur la fleur de Moutarde. De l'extérieur vers l'intérieur, portés par un **réceptacle creux**, on trouve :

- un calice formé de cinq sépales libres ;
- une corolle formée de cinq pétales libres ;
- de nombreuses étamines, dont les anthères sont tournées vers l'intérieur de la fleur ;
- un pistil, dont l'ovaire, qui contient deux ovules, est surmonté d'un long style au stigmate renflé.



2 Fleur de Cerisier coupée verticalement. 1. Sépale. 2. Pétale. 3. Étamine. 4. Ovaire. 5. Style. 6. Stigmate. 7. Pistil.

b/ Transformation de la fleur en fruit et en graine

Quelques jours après la floraison (fig. 3 A et 3 B), les fleurs se fanent, les pétales tombent, les

3 Passage de la fleur au fruit chez le Cerisier.



A



B

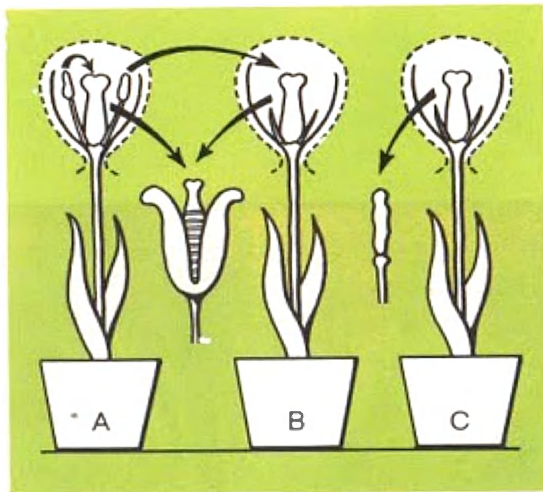


C

4 Cerise mûre (coupée verticalement).



De la fleur au fruit et à la graine



5 Mise en évidence du rôle du pollen.



6 Fruit mûr de Tulipe. ▲

7 Fleurs de Sauge des prés, coupes verticales montrant comment les étamines basculent sous une poussée, normalement celle de la tête d'un Insecte qui transportera sur une autre fleur le pollen déposé sur son dos.



étamines et le style se flétrissent, tandis que l'ovaire grossit. Sous sa poussée le réceptacle éclate, laissant apparaître une petite cerise verte, renfermant une masse ovoïde qui deviendra le noyau de la cerise (fig. 3 C). Or, dans ce noyau (fig. 4) se trouve une graine à deux cotylédons qui résulte du développement d'un des deux ovules.

La peau de la cerise, sa pulpe et la partie dure du noyau proviennent du développement de la paroi de l'ovaire.

Ainsi, la cerise est un fruit charnu à noyau appelé **drupe**.

2/ Que faut-il pour que la fleur se transforme en fruit et en graine ?

a/ Le rôle du pollen

Prenons trois Tulipes **A**, **B**, **C**, encore en bouton. Coupons les étamines des fleurs **B** et **C**, puis enfermons chaque fleur dans un sac de gaze fine (fig. 5). Quand les fleurs s'épanouissent, on prélève une étamine de **A** et on secoue son pollen sur le stigmate de **B**. Quand les fleurs se fanent, on constate que seuls les pistils des fleurs **A** et **B** évoluent en fruits secs qui s'ouvriront pour libérer leurs graines (fig. 6).

Le pollen est donc indispensable à la transformation du pistil en fruit ; il doit être transporté des étamines sur le stigmate : c'est la **pollinisation**.

Une fois sur le stigmate, chaque grain de pollen émet un long tube qui entre en contact avec un ovule. Une partie de la substance du grain de pollen s'unit alors à celle de l'ovule : c'est la **fécondation**, sans laquelle l'ovule ne peut se transformer en graine.

b/ Le transport du pollen

En **A**, le pollen des étamines tombe directement sur les stigmates de la même fleur : c'est la **pollinisation directe**. En **B**, les stigmates reçoivent le pollen d'une autre fleur : c'est la **pollinisation croisée**.

Ce dernier mode de pollinisation est le plus souvent assuré par le vent, dont le moindre souffle entraîne certains pollens très légers, et par les Insectes, qui vont d'une fleur à l'autre à la recherche de nectar. Dès lors on comprend pourquoi, dans l'expérience précédente, on enferme les fleurs dans un sac de gaze.

Remarque. La pollinisation croisée est obligatoire quand :

- les étamines et le pistil ne sont pas mûrs en même temps ; c'est le cas de la Sauge des prés, par exemple (fig. 7) ;
- les fleurs sont incomplètes. C'est le cas du Chêne, qui possède deux sortes de fleurs. Les unes, groupées en chatons (fig. 8), n'ayant que des étamines, sont des fleurs mâles ; les autres, groupées par deux ou par trois, n'ayant qu'un pistil entouré de petites écailles, sont des fleurs femelles (fig. 9) qui donneront les glands (fig. 10). Chez certaines plantes, les fleurs mâles et les fleurs femelles peuvent être sur des pieds différents ; ainsi, il existe des Saules mâles et des Saules femelles.

8 *Châtons mâles de Chêne.*



9 *Fleurs femelles de Chêne.*



10 *Gland.*



3/ Dispersion des graines

Deux cas sont à envisager :

a/ Les graines sont contenues dans un fruit qui s'ouvre

Les graines libérées peuvent alors tomber sur le sol assez près de la plante (Tulipe), ou bien être projetées à une certaine distance (comme chez le Haricot, dont les valves du fruit, en se tordant, chassent brutalement les graines), ou bien encore être transportées par le vent si elles sont légères. Des poils (Saule) facilitent parfois ce transport.

b/ Les graines sont contenues dans des fruits qui ne s'ouvrent pas

Il faut alors distinguer :

- les **fruits secs**, ou **akènes**, parfois munis de poils (Pissenlit), d'ailes (Érable), qui permettent leur transport par le vent, ou de crochets qui facilitent leur transport par les animaux ou par l'Homme ;
- les **fruits charnus** qui, comme certains fruits secs, sont perdus au cours de leur transport par les animaux qui en font leur nourriture.

Conclusion

La pollinisation (directe ou croisée) assure le transport du pollen des étamines (organes mâles) sur les stigmates du pistil (organe femelle). Vient ensuite la fécondation, union d'une partie de la substance d'un grain de pollen à celle d'un ovule, qui permet la transformation de ce dernier en graine et celle de l'ovaire en fruit.

Dans le transport du pollen, des graines et des fruits, le vent et les animaux jouent un rôle important.

Akène : fruit sec qui ne s'ouvre pas.

Drupe : fruit charnu à un seul noyau.

Fécondation : union de la substance d'un grain de pollen à celle d'un ovule.

Pollinisation croisée : transport du pollen d'une fleur sur le stigmate d'une autre fleur.

Pollinisation directe : transport du pollen d'une fleur sur le stigmate de la même fleur.

Dessins A, B, C. — Transformation de la fleur du Cerisier en fruit et en graine.

Dessin A. — Fleur vue en coupe :

1 Ovule ; 2 Ovaire ; 3 Style ; 4 Stigmate ; 5 Pistil ; 6 Étamines ; 7 Pétale ; 8 Sépale ; 9 Réceptacle floral creux ; 10 Pédoncule floral.

Dessin B. — La même fleur après fécondation :

1 Ovule fécondé ; 2 Parois épaissies de l'ovaire ; 3 Étamines flétries ayant libéré leur pollen.

Dessin C. — Cerise mûre vue en coupe :

1 Queue (ancien pédoncule floral) ; 2 Peau ; 3 Chair ou pulpe ; 4 Noyau ; 5 Cotylédons de la graine ; 6 Tégument de la graine.

Dessins D et E. — Pollinisation croisée chez la Sauge (fleurs vues en coupe) : **D** fleur au stade mâle (seules les étamines sont mûres). **E** fleur au stade femelle (le pistil est mûr) :

1 Anthère ; 2 Filet ; 3 Palette ; 4 Corolle ; 5 Calice ; 6 Stigmate pointu ; 7 Stigmate divisé (pistil mûr) ; 8 Insecte pollinisateur ; 9 Style ; 10 Ovaire ; 11 Étamine flétrie.

Dessin F. — Fleur mâle de Chêne :

1 Sépale ; 2 Étamines.

Dessins G et H. — Transformation de la fleur femelle de chêne (**G**) en fruit et en graine (**H**).

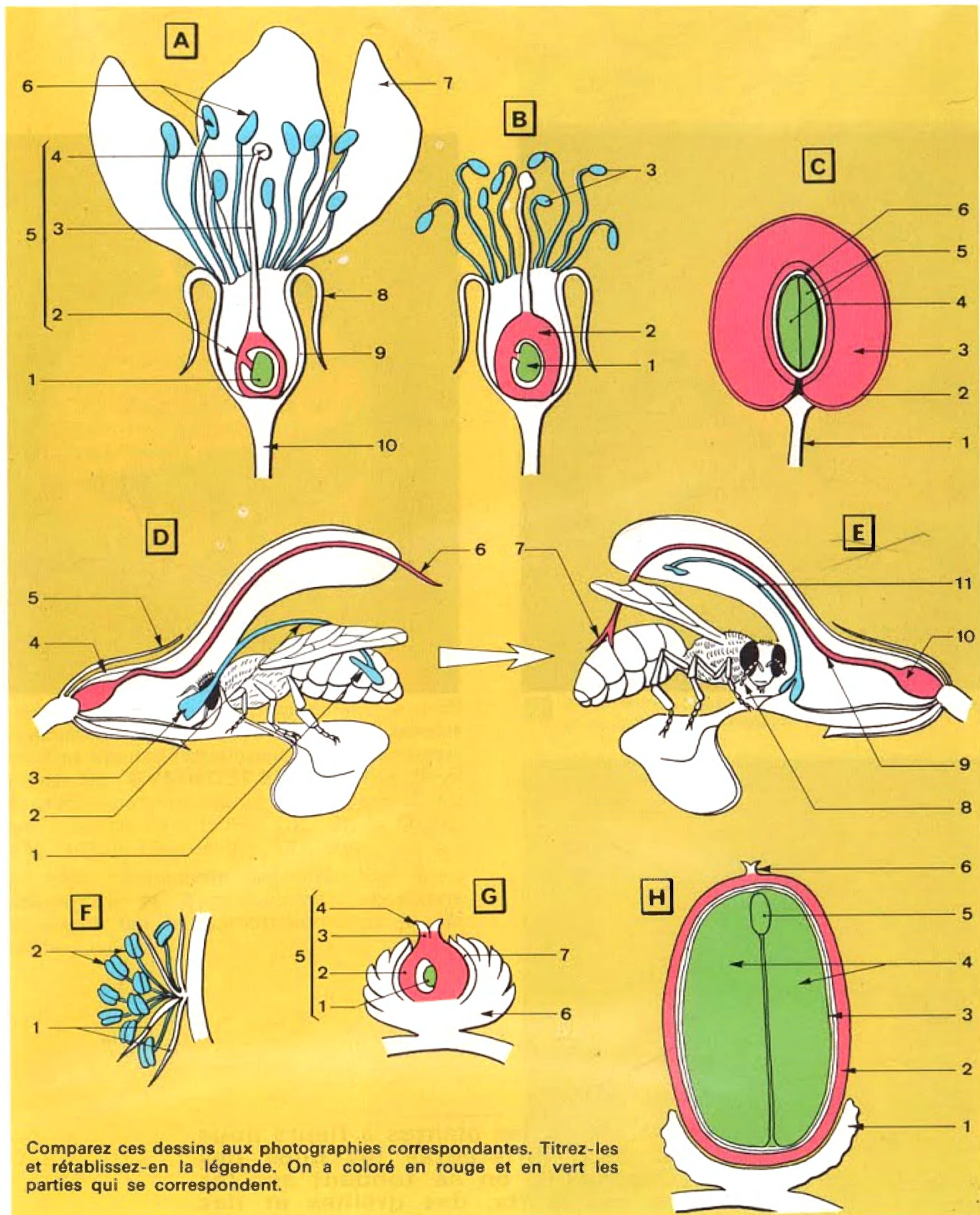
Dessin G. — Fleur femelle vue en coupe :

1 Ovule ; 2 Ovaire ; 3 Style ; 4 Stigmates ; 5 Pistil ; 6 Écailles ; 7 Sépales.

Dessin H. — Fruit (gland) vu en coupe :

1 Cupule ; 2 Paroi du fruit ; 3 Tégument de la graine ; 4 Cotylédons ; 5 Plantule ; 6 Restes des stigmates.

planche 7



8/ Comment classe-t-on les plantes à fleurs?



1 Fleur et fruit de Mouron rouge.

A



B

Au premier abord, les plantes à fleurs nous paraissent bien différentes les unes des autres. Cependant, en se fondant sur les caractères des fruits, des graines et des fleurs, les botanistes ont établi une classification des plantes à fleurs.

1/ Les grandes divisions des plantes à fleurs

Toutes les plantes étudiées dans les chapitres précédents possèdent des fleurs et des graines ; c'est ce que vous rappelle la figure 1. Elles appartiennent à l'embranchement des **SPERMATOPHYTES** (de deux mots grecs : *sperma*, semence, et *phuton*, plante).

La figure 2 A vous montre que les ovules sont enfermés dans un ovaire. A maturité, **les graines sont à l'intérieur d'un fruit** (fig. 1 B et 2 B) provenant du développement de l'ovaire. On groupe toutes les plantes qui présentent ce caractère dans le sous-embranchement des **ANGIOSPERMES** (de deux mots grecs : *aggeion*, vase, et *sperma*, semence). Les Angiospermes se divisent en deux classes suivant que la graine possède un seul cotylédon (*Monocotylédones*) ou deux cotylédons (*Dicotylédones*).

Mais il existe des plantes à fleurs dont les ovules ne sont pas enfermés dans un ovaire. Il n'y aura donc pas de fruit comparable à celui des Angiospermes, et **les graines seront nues**. Ces plantes constituent le sous-embranchement des **GYMNOSPERMES** (de deux mots grecs : *gymnos*, nu, et *sperma*, semence), auquel appartiennent le Pin (fig. 3), le Sapin, l'If (fig. 14), le Mélèze (fig. 12), etc.

Pour bien comprendre la différence entre Angiospermes et Gymnospermes, observons comment se fait la reproduction chez le Pin sylvestre.



2 A. Ci-dessus, ovaire coupé verticalement. B. Ci-dessous, fruits de *Compagnon blanc*.



Comment classe-t-on les plantes à fleurs?



3 *Pin sylvestre.*

5 *Cônes mâles de Pin sylvestre.*



4 *Récolte de la résine du Pin maritime.*



2/ La reproduction chez le Pin sylvestre

a/ La plante

Le Pin sylvestre, commun dans de nombreuses régions de notre pays, est un bel arbre au tronc droit, qui peut atteindre 40 mètres de haut. Les feuilles, groupées par deux (planche 8), ont la forme d'aiguilles longues de 4 à 6 centimètres. Elles ne tombent pas en hiver (feuilles persistantes). Si l'on pratique une entaille dans le tronc, il s'écoule de la blessure un liquide parfumé, collant : la résine. Dans les Landes, on récolte la résine d'une espèce voisine, le Pin maritime (fig. 4).

b/ La reproduction

La photographie de la figure 5 a été prise au printemps. A la base d'une jeune pousse, on voit une dizaine de petits cônes formés d'écaillés serrées les unes contre les autres. Un peu plus tard, ces écaillés s'écarteront et laisseront échapper une poussière jaune : le pollen.

Comment classe-t-on les plantes à fleurs?



6 Pollen de Pin vu au microscope.

Celui-ci est contenu dans des sacs polliniques situés sur la face inférieure des écailles (planche 8).

Ces cônes sont donc des organes reproducteurs mâles.

Le pollen (fig. 6), extrêmement léger, est produit en quantité prodigieuse et transporté par le vent. Quand il se dépose, il recouvre parfois les prairies ; on parlait jadis de « pluie de soufre ».

La figure 7 vous montre, à l'extrémité d'une jeune pousse, un minuscule cône violacé formé de petites écailles accolées. Chaque écaille (planche 8) porte sur sa face supérieure **deux ovules qui sont nus**. Ce cône est donc un **organe reproducteur femelle**.

7 Cône femelle de Pin sylvestre.



Comment classe-t-on les plantes à fleurs?



8 *Pomme de Pin d'un an.*

9 *Pomme de Pin mûre.*



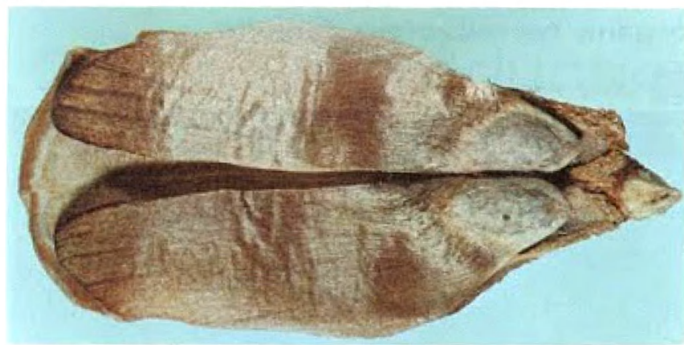
En mai ou en juin, des grains de pollen arrivent jusqu'aux ovules : c'est la pollinisation. Mais la fécondation, union du pollen et de l'ovule, ne se fera qu'un an plus tard. Le cône femelle se développera alors en une pomme de Pin verte, collante de résine (fig. 8).

La troisième année, c'est-à-dire deux ans après la pollinisation, les écailles se dessèchent et s'écartent les unes des autres (fig. 9).

On voit alors qu'une écaille porte deux graines (fig. 10) munies chacune d'une aile qui permettra au vent de les emporter au loin.

Ces graines ne sont donc pas enfermées dans un fruit provenant du développement d'un ovaire : elles sont nues. Vous le savez déjà, c'est ce que veut dire le mot **Gymnosperme**. La graine germe en donnant un embryon à six cotylédons. La figure 11 représente la germination d'une graine d'une espèce voisine : le Pin noir.

10 *Écaille de pomme de Pin et ses deux graines ailées.*



11 *Germination du Pin noir.*



Comment classe-t-on les plantes à fleurs?

D'autres GYMNOSPERMES, le Sapin, l'Épicéa, le Mélèze, par exemple, portent comme le Pin sylvestre des « pommes » en forme de cônes. Elles constituent la *classe des Conifères* (étymologiquement : qui porte des cônes), à laquelle appartiennent presque toutes les GYMNOSPERMES de notre pays. Bien entendu, il existe d'autres classes de GYMNOSPERMES, par exemple la *classe de l'If*, où la graine est isolée à l'extrémité d'un rameau très court.



13 Graine d'If.

14 If.



12 Rameau et cône de Mélèze.



Comment classe-t-on les plantes à fleurs?

CLASSIFICATION DES PLANTES A FLEURS

EMBRANCHEMENT	SOUS-EMBRANCHEMENT	CLASSE ¹	EXEMPLES
SPERMAPHYTES Plantes dont la reproduction s'effectue par des graines.	ANGIOSPERMES Graines enfermées dans un fruit provenant du développement de l'ovaire.	MONOCOTYLÉDONES Graines à un seul cotylédon.	Iris, Lis, Tulipe, Jacinthe.
		DICOTYLÉDONES Graines à deux cotylédons.	Renoncule, Moutarde, Haricot, Lamier blanc.
	GYMNOSPERMES Graines nues.	CONIFÈRES Graines portées par des écailles groupées en cônes.	Pin, Sapin, Épicéa, Mélèze.
		CLASSE DE L'IF Une graine terminale.	If.

1. Les classes sont subdivisées en familles.

Conclusion

Le tableau ci-dessus résume les grandes lignes de la classification des Spermaphytes.

Angiospermes : plantes dont les graines sont enfermées dans un fruit.

Dicotylédones : plantes dont les graines possèdent deux cotylédons.

Gymnospermes : plantes dont les graines ne sont pas enfermées dans un fruit (graines nues).

Monocotylédones : plantes dont les graines ont un seul cotylédon.

Spermaphytes : plantes dont la reproduction s'effectue par des graines.

Dessin A. — Rameau de Pin sylvestre, au printemps : 1 Groupe de cônes mâles ; 2 Jeune cône femelle qui sera mûr dans deux ans ; 3 Jeunes pousses ; 4 Cône femelle d'un an ; sera mûr à la fin de l'année, mais ne s'ouvrira qu'au printemps suivant ; 5 Pousse d'un an ; 6 Cône femelle mûr, âgé de deux ans, qui vient de libérer ses graines ; 7 Pousse de deux ans ; 8 Emplacement d'un cône femelle ayant libéré ses graines un an auparavant ; 9 Pousse de trois ans ne portant plus de feuilles ; 10 Écaille ; 11 Rameau court ; 12 Feuilles en aiguilles.

Dessin B. — Cône mâle, coupe schématique.

Dessin C. — Écaille d'un cône mâle vue par sa face inférieure.

1 Axe du cône ; 2 Écaille ; 3 Sac pollinique.

Dessin D. — Grain de pollen : 1 Ballonnet.

Dessin E. — Cône femelle, coupe schématique : 1 Écaille ; 2 Ovule ; 3 Axe du cône.

Dessin F. — Écaille d'un cône femelle vue par sa face supérieure :

1 Écaille ; 2 Aile ; 3 Ovule.

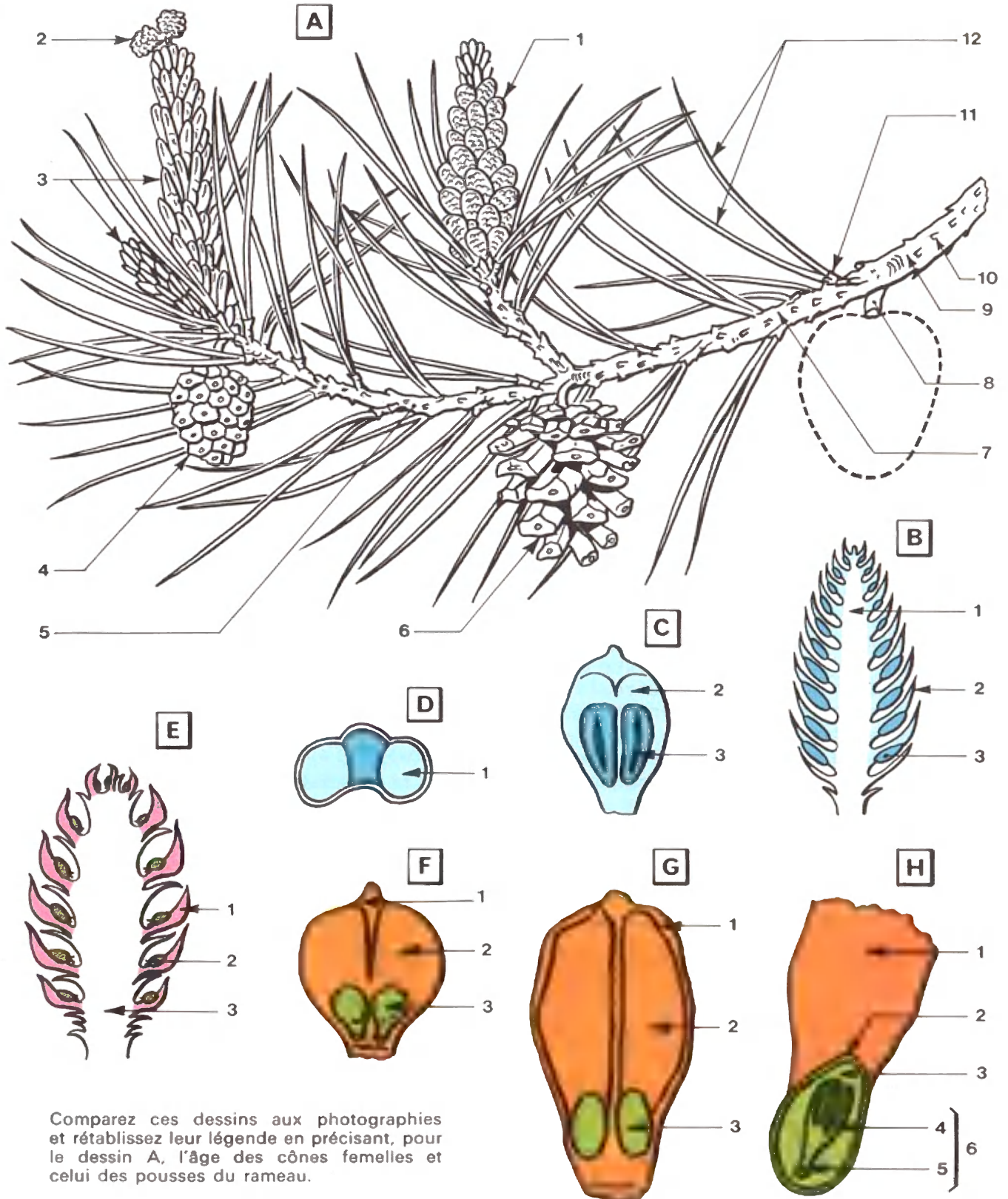
Dessin G. — Écaille d'un cône femelle mûr, face supérieure :

1 Écaille ; 2 Aile ; 3 Graine.

Dessin H. — Graine, vue en coupe :

1 Aile ; 2 Tégument ; 3 Réserves ; 4 Cotylédons ; 5 Radicule ; 6 Plantule.

planche 8



Comparez ces dessins aux photographies et rétablissez leur légende en précisant, pour le dessin A, l'âge des cônes femelles et celui des pousses du rameau.

Comment réaliser un herbier?



1 Déplantoir, presse et boîte à herboriser.

Dès votre première sortie dans la nature, vous avez ressenti la nécessité d'identifier les plantes rencontrées. Vous trouverez leurs noms à l'aide d'une **flore**. Votre professeur vous donnera les indications nécessaires pour utiliser un tel ouvrage, indications qui se trouvent également au début de la flore. De plus, un lexique donne la définition des termes techniques indispensables pour effectuer correctement la détermination d'une plante.

Peut-être avez-vous éprouvé aussi le désir de conserver les plantes rencontrées pour en faire une collection. C'est pourquoi nous allons vous donner ici quelques conseils sur la manière d'opérer.

a/ Récolte des spécimens

Dans le cas des plantes ligneuses, on pourra couper un jeune rameau, ou, plus simplement, se contenter de prélever quelques feuilles. Comme elles sont plates, elles prennent évidemment moins de place en collection qu'un rameau.

Les plantes herbacées doivent être récoltées entières, de préférence avec leurs fleurs. Vous les déterrez avec soin au moyen d'une petite pelle ou d'un déplantoir (fig. 1). Vous devrez ensuite débarrasser les organes souterrains de la terre qui les entoure. De retour à la maison vous terminerez ce travail en les lavant.

Pour rapporter vos plantes en bon état, vous pourrez les placer dans une boîte à herboriser (fig. 1), ou encore dans des chemises constituées de papier journal que vous mettrez bien à plat, soit dans un carton à dessins, soit dans une presse à herboriser (fig. 1). Dans ce dernier cas, les plantes doivent être étalées convenablement, en particulier les fleurs, dont les différentes pièces florales doivent être visibles.

Dans tous les cas, les plantes récoltées doivent être accompagnées d'une étiquette portant leur nom et tous les renseignements que l'on jugera utiles (lieu de la récolte, date...). Notez qu'il est préférable de déterminer les plantes au moment de la récolte, car leurs organes sont plus faciles à étudier quand ils sont frais.

b/ Pressage et séchage

Afin d'éviter le développement de moisissures, les plantes à conserver doivent être séchées. Pour cela, dès votre retour, vous placerez chaque plante bien à plat entre deux feuilles de papier buvard (à défaut, du papier journal convient). N'oubliez pas de les accompagner de leur étiquette. Les plantes ainsi préparées doivent être mises sous presse. A cet effet vous placez sur une planche assez épaisse un journal puis une plante entre ses deux feuilles de papier buvard, puis vous recouvrez le tout d'un autre journal sur lequel vous disposez



2 Plantes en herbier.

une deuxième plante, et ainsi de suite. Quand les plantes ne sont pas trop épaisses, on peut en superposer ainsi une dizaine, avant de les recouvrir d'une planche sur laquelle on disposera des poids. Si les plantes sont un peu épaisses, on pourra séparer les plantes par de petites planches.

Durant les quelques jours que dure le séchage, on doit remplacer plusieurs fois les journaux et les buvards qui se sont humidifiés. Notons que si les plantes sont trop grandes, il faudra soit les plier, soit les couper.

c/ Montage

Lorsque les plantes sont parfaitement sèches, on les place (fig. 2) sur des feuilles de papier fort (genre bristol) et on les fixe au moyen d'étroites bandes de papier adhésif. Chaque feuille est munie d'une étiquette (fig. 3) mentionnant le nom de famille de la plante, ses noms latin, français et vulgaire, le lieu et la date de la récolte.

d/ Conservation

Les plantes classées par familles seront groupées dans des chemises et placées dans des boîtes de carton que l'on mettra dans un endroit sec. Pour préserver les plantes des Insectes, on

mettra dans chaque boîte une boule de naphthaline ou du paradichlorobenzène.

e/ Conservation des fruits

On pourra évidemment collectionner des fruits. Si ces derniers sont des fruits secs de petite taille, ils seront fixés sur la même feuille que la plante mise en herbier. S'ils sont plus gros on pourra les conserver, à sec, dans des petits flacons, que l'on fermera hermétiquement. Les fruits charnus devront être plongés dans un liquide conservateur. A cet effet, on les mettra dans des flacons que l'on remplira, soit avec de l'alcool à brûler, soit avec une solution de formol à 20 %. (Le formol que l'on trouve en pharmacie doit être manipulé avec quelque précaution, car il durcit la peau.)

Étiquette pour herbier. 3

HERBIER	
Famille des	
Nom latin:	
Nom français:	
Nom vulgaire:	
Lieu de récolte:	
.....	
Date:	



1 Un Reptile, le Lézard vert.



2 Un petit Mammifère, le Hamster.

3 Un Amphibien, la Grenouille verte.



4 Un Rapace nocturne, la Chouette.

5 Un Poisson d'eau douce, le Gardon blanc.



Deuxième partie

BIOLOGIE ANIMALE

L'Homme et les Vertébrés

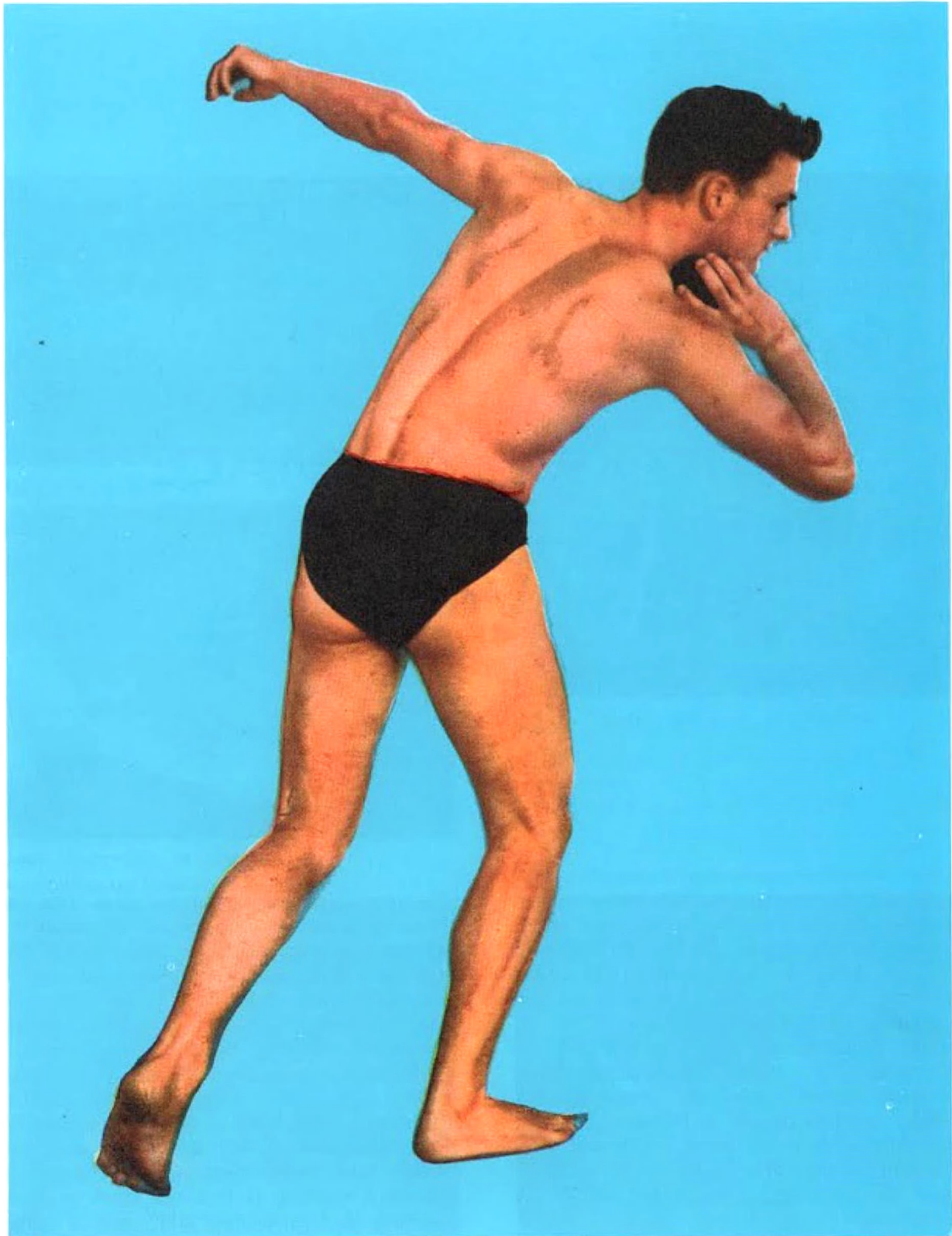
Dans la nature, il vous est certainement arrivé de surprendre des animaux qui se sont alors enfuis à votre approche. Grâce à leurs organes des sens, ils avaient perçu votre présence. Parmi eux se trouvaient peut-être un Léopard en train de se chauffer au soleil, un Mulot ou un Écureuil occupé à grignoter des graines, un Pic cherchant des larves d'Insectes sous l'écorce d'un arbre, ou un Rapace aux aguets. Près de l'étang, il y a beaucoup de chances pour que vous ayez dérangé une Grenouille qui, d'un bond, aura sauté à l'eau, faisant fuir les Poissons évoluant près de la surface.

Qu'il s'agisse des animaux cités, ou d'autres, vous avez, à coup sûr, remarqué qu'ils sont très différents les uns des autres, tant par leur aspect que par leur mode de vie. Mais vous n'avez certainement pas pensé à faire un rapprochement entre eux et vous. Pourtant,

comme l'Homme, ce sont tous des Vertébrés. D'autre part, si l'on vous demandait de les classer, il est probable que, sans hésitation, vous placeriez chacun d'eux dans une des cinq classes où les zoologistes rangent les Vertébrés : Mammifères, Oiseaux, Reptiles, Amphibiens, Poissons. Cependant, connaissez-vous bien les caractères qui permettent de grouper dans une même classe des animaux aussi différents que l'Écureuil, l'Éléphant et le Phoque, par exemple ? Que savez-vous de la vie de ces animaux ? Vous êtes-vous demandé comment certains peuvent vivre à la fois sur terre et dans l'eau, comme la Grenouille, alors que d'autres ne le peuvent pas ?

Dans les pages qui suivent, nous allons donc nous intéresser non seulement à des animaux appartenant aux différentes classes de Vertébrés, mais aussi à l'Homme, sur qui certaines observations seront plus faciles à faire.

9/ Organisation d'un Vertébré : l'Homme



1 *Le corps humain.*

En dépit des différences qui existent entre l'Homme et les autres Vertébrés, l'étude de notre propre corps va nous renseigner sur l'organisation de ces derniers.

1/ Organisation externe

Le corps humain est formé de trois parties : la tête, le tronc et les membres (fig. 1).

a/ La tête

Elle comprend deux régions :

- le **crâne** ;
- la **face**, qui porte la bouche et les organes des sens.

b/ Le tronc

C'est la partie massive du corps. Il a une position verticale. On y distingue :

- une face ventrale, avec, à la partie supérieure, le **thorax**, et à la partie inférieure, l'**abdomen** ;
- une face dorsale dont la partie supérieure est le **dos** et la partie inférieure la **région lombaire**.

c/ Les membres

Ils sont rattachés au tronc par l'**épaule** pour le membre supérieur, par les **hanches** pour le membre inférieur. Ils sont formés de segments qui se correspondent :

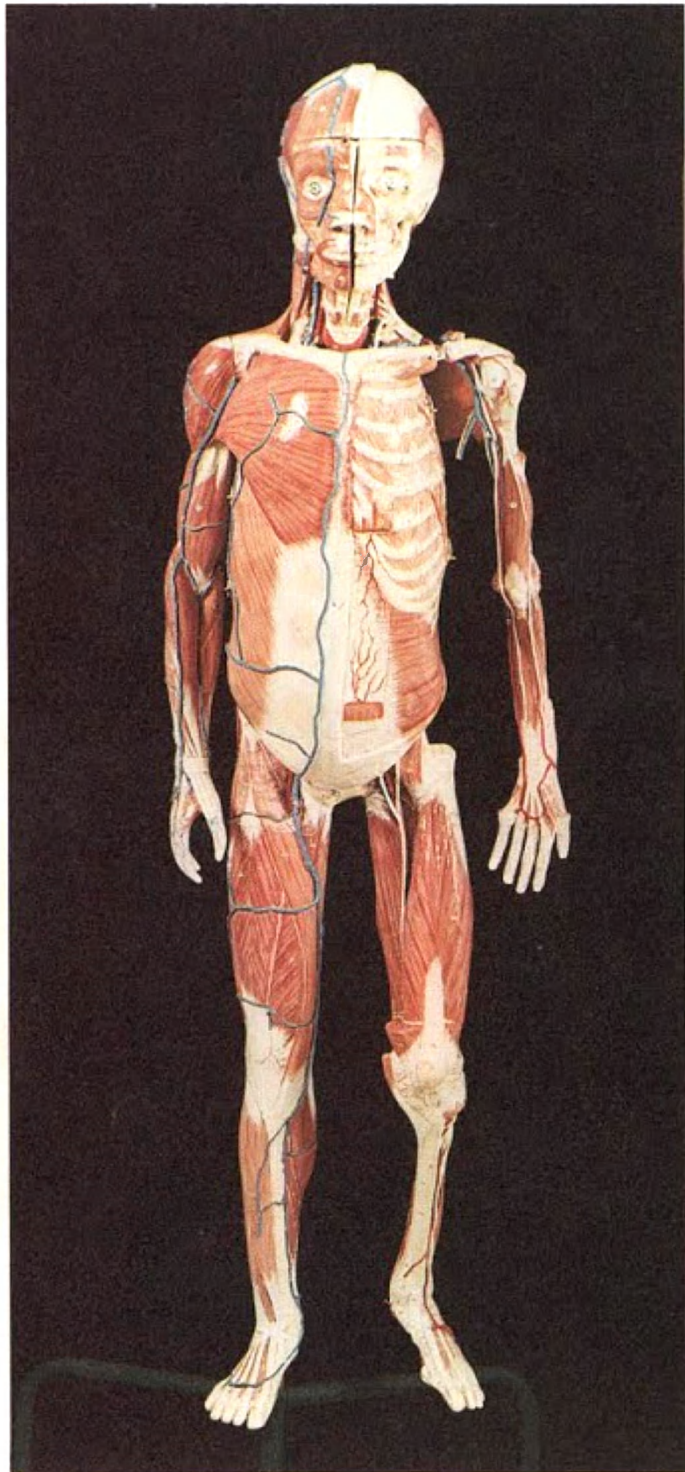
- le **bras** et la **cuisse** ;
- l'**avant-bras** et la **jambe** ;
- la **main** et le **pied**.

De même se correspondent : l'**épaule** et la **hanche**, l'**aisselle** et l'**aîne**, le **poignet** et le **cou-de-pied**, la **paume** et la **plante**, les **doigts** et les **orteils**.

Du fait de notre station verticale, seuls nos membres inférieurs ont un rôle locomoteur. L'Homme marchant sur la plante des pieds, on dit qu'il est **plantigrade**.

Grâce au pouce, qui est opposable aux autres doigts de la main, et grâce aussi à sa grande mobilité, le membre supérieur est adapté à la **préhension**.

Remarque. Notre corps possède une droite et une gauche symétriques : il présente une **symétrie bilatérale**. Nos membres supérieurs correspondent aux membres antérieurs des animaux, et nos membres inférieurs à leurs membres postérieurs.



2 Écorché vu par sa face ventrale.

2/ Organisation interne

Tout notre corps est recouvert par une membrane souple, la **peau**, sous laquelle se trouvent des organes mous soutenus par des pièces dures, les **os**, qui forment le squelette.

a/ Les organes mous

Sous la peau

Sous la peau (fig. 2) se trouvent des masses rouges, les **muscles**, et aussi des **vaisseaux sanguins** et des **nerfs**. Les muscles s'attachent aux os par des **tendons**. Certains muscles ont une forme en fuseau, comme le **biceps** et le **triceps**, muscles du bras qui possèdent respectivement deux et trois tendons à leur extrémité supérieure.

La tête

Elle renferme l'**encéphale**, composé du cerveau, du cervelet et du bulbe rachidien. L'encéphale, la moelle épinière et les nerfs constituent le système nerveux.

Dans le thorax

On y observe (fig. 3) les **poumons**, énormes masses rosées et spongieuses qui entourent le **cœur**, d'où partent de gros vaisseaux sanguins. Le cœur et les vaisseaux, qui assurent une même fonction, la circulation, constituent l'**appareil circulatoire**.

Les poumons, la trachée et les bronches forment l'**appareil respiratoire**.

Dans l'abdomen

L'abdomen est séparé du thorax par un muscle : le **diaphragme**. Il renferme (fig. 3) de nombreux organes.

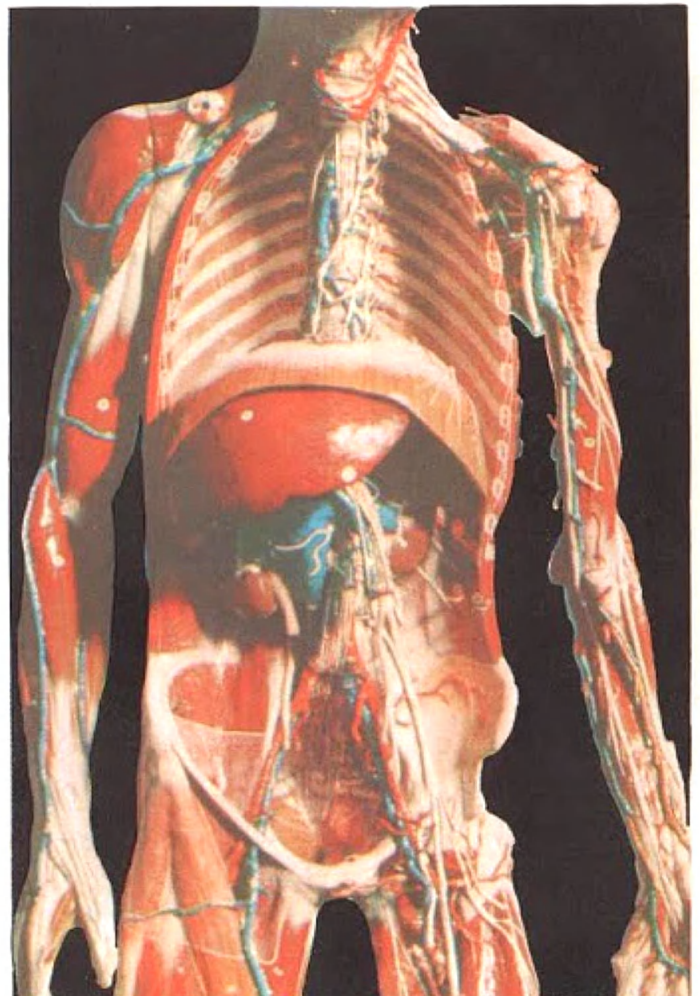
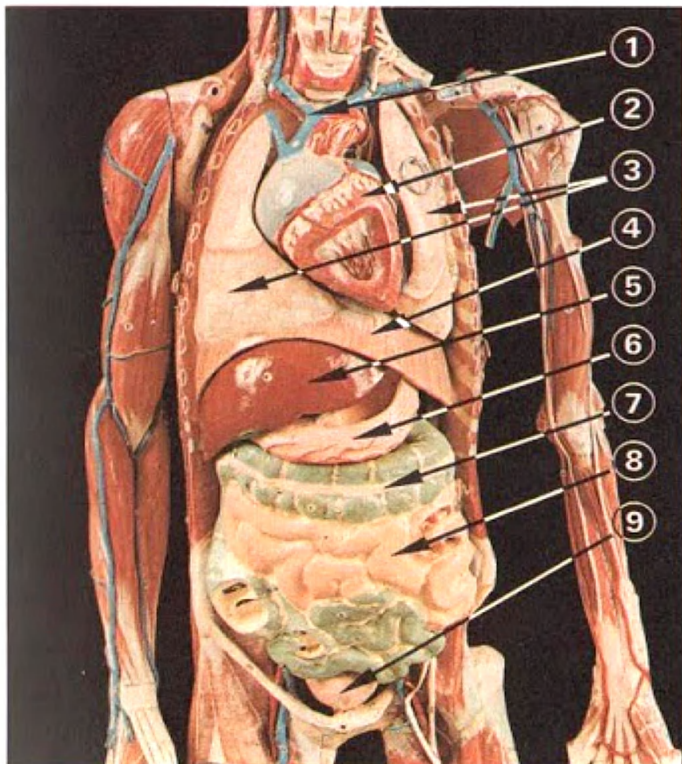
Le **foie** cache en partie l'**estomac**, où aboutit l'**œsophage**. De l'estomac part l'**intestin grêle** qui se continue par le **gros intestin**, lequel aboutit à l'**anus**. Derrière l'estomac se trouve le **pancréas**.

L'œsophage, l'estomac, les intestins forment le **tube digestif**, dans lequel débouchent les **glandes digestives** (glandes salivaires, foie, pancréas). L'ensemble constitue l'**appareil digestif**.

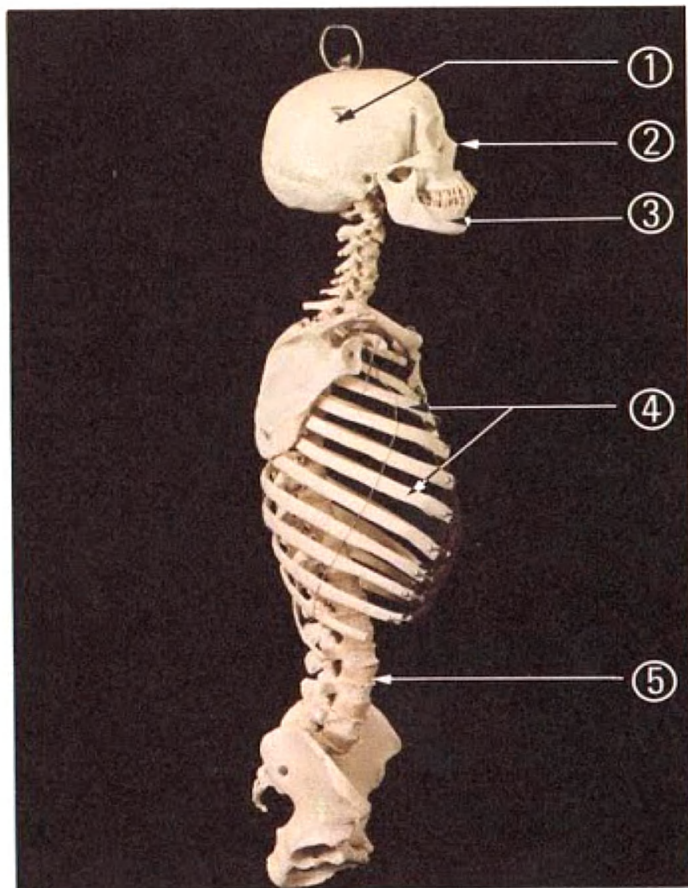
Derrière les intestins se trouvent les **reins** (fig. 4), d'où partent les conduits aboutissant à la **vessie**. Le tout forme l'**appareil excréteur**.

A la base de l'abdomen sont situés les **organes reproducteurs**.

3 et **4** Écorché, tronc ouvert. 1. Vaisseaux sanguins. 2. Cœur. 3. Poumons. 4. Diaphragme. 5. Foie. 6. Estomac. 7. Gros intestin. 8. Intestin grêle. 9. Vessie.



Organisation d'un Vertébré : l'Homme



5 *Squelette de la tête et du tronc de l'Homme. 1. Crâne. 2. Face. 3. Maxillaire inférieur. 4. Côtes formant la cage thoracique. 5. Colonne vertébrale.*

b/ Le squelette

On y retrouve (fig. 5 et 6) les différentes divisions du corps.

La tête

Elle comprend :

- le **crâne**, boîte osseuse contenant l'encéphale (fig. 5) ;
- la **face**, formée de plusieurs os dont un seul est mobile : le **maxillaire inférieur**.

Le tronc

Il se compose d'un axe souple, la **colonne vertébrale**, protégeant la moelle épinière et sur lequel s'attachent 12 paires de **côtes** limitant la **cage thoracique**.

L'Homme et tous les animaux qui possèdent un tel axe formé de vertèbres sont des Vertébrés.

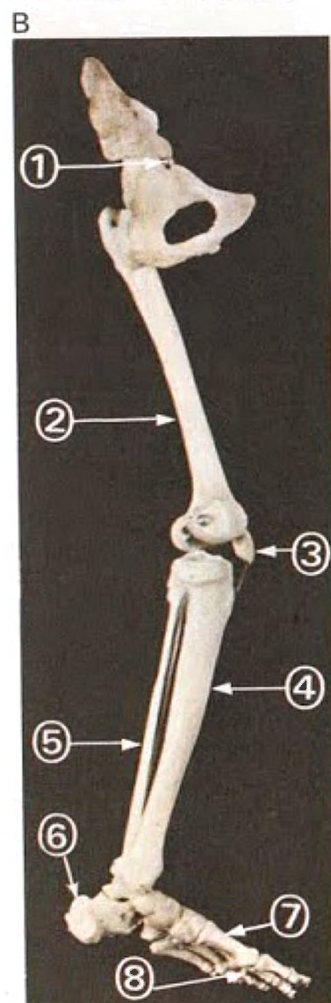
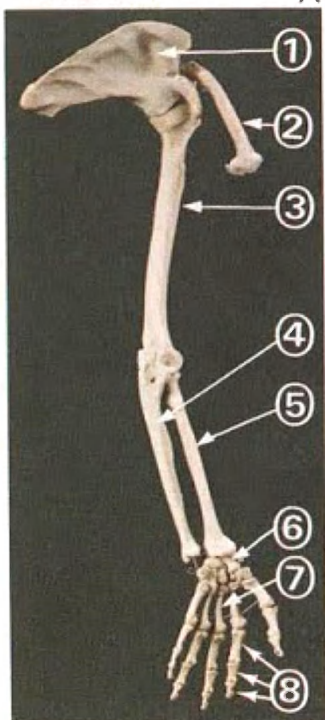
Les membres (fig. 6)

Ils sont rattachés au tronc par des os peu mobiles : omoplate et clavicule, os du bassin. Les os des membres proprement dits sont très mobiles.

On trouve la correspondance suivante :

Membre supérieur	Membre inférieur
humérus	fémur
cubitus, radius	tibia, péroné
carpiens	tarsiens
métacarpiens	métatarsiens
phalanges des doigts	phalanges des orteils

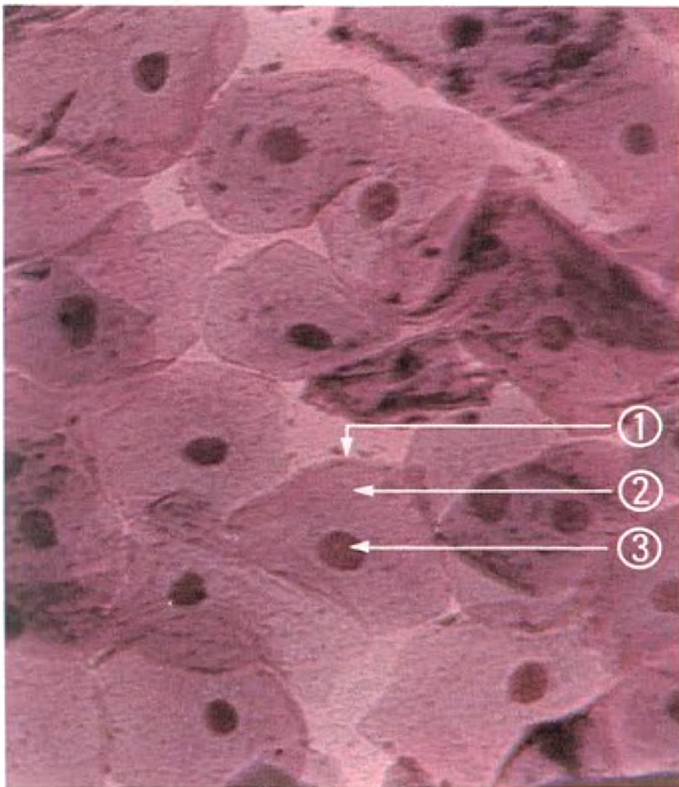
6 A. *Squelette du membre supérieur de l'Homme. 1. Omoplate. 2. Clavicule. 3. Humérus. 4. Cubitus. 5. Radius. 6. Carpe. 7. Métacarpe. 8. Phalanges.*



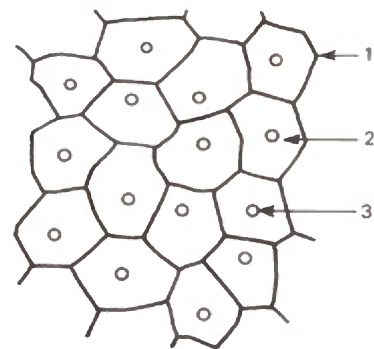
6 B. *Squelette du membre inférieur de l'Homme. 1. Os du bassin. 2. Fémur. 3. Rotule. 4. Tibia. 5. Péroné. 6. Tarse. 7. Métatarse. 8. Phalanges.*

3/ Aperçu sur la structure microscopique

La figure 7 nous montre, vues au microscope, des cellules détachées de la paroi interne de la bouche. Comme les végétaux (voir p. 17), les animaux sont formés de **cellules** comprenant une membrane, du cytoplasme et un noyau. Les cellules animales sont, elles aussi, assemblées en tissus (fig. 8).



7 Cellules de la face interne des joues vues au microscope. 1. Membrane. 2. Cytoplasme. 3. Noyau.



8 Sur la face interne de la joue ces cellules forment un tissu (épithélium).

Organisation d'un Vertébré : l'Homme

Conclusion

Le corps de l'Homme est formé de trois parties (tête, tronc, membres) et présente une symétrie bilatérale.

La peau recouvre des organes qui remplissent des fonctions bien précises. Plusieurs organes œuvrant à une même fonction constituent un ensemble appelé appareil ou système (appareil digestif, système nerveux, etc.).

Le squelette, formé de pièces dures qui soutiennent les parties molles du corps, comporte un axe formé de vertèbres : l'Homme est un Vertébré.

Les organes sont formés de cellules groupées en tissus.

Aine : partie du corps correspondant au pli de flexion de la cuisse sur l'abdomen.

Aisselle : creux situé au-dessous du bras, à sa jonction avec le tronc.

Carpiens : petits os du poignet.

Jarret : partie du membre inférieur située derrière l'articulation du genou.

Locomotion : action de se déplacer.

Maxillaires : os des mâchoires.

Métacarpiens : os de la paume.

Métatarsiens : os de la plante du pied.

Phalanges : os des doigts et des orteils.

Plantigrade : qui se déplace sur la plante des pieds.

Préhension : faculté de saisir.

Région lombaire : partie du tronc située en dessous du dos.

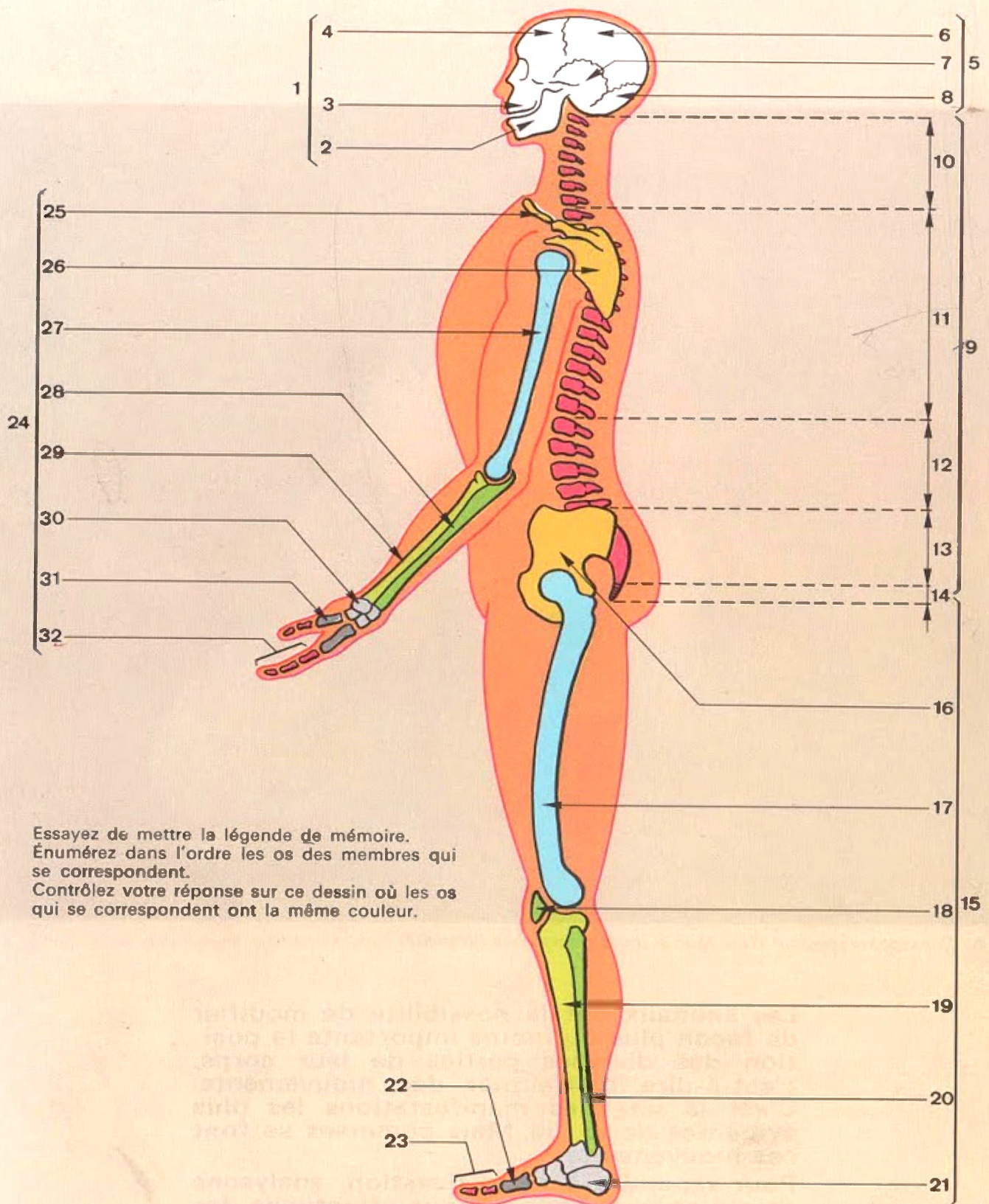
Saignée : pli formé par le bras et l'avant-bras où se pratiquait la saignée.

Tarsiens : os de la partie postérieure du pied.

Squelette entier de profil :

1 Face ; 2 Maxillaire inférieur ; 3 Maxillaire supérieur ; 4 Frontal ; 5 Crâne ; 6 Pariétal gauche ; 7 Temporal gauche ; 8 Occipital ; 9 Colonne vertébrale ; 10 Vertèbres cervicales ; 11 Vertèbres dorsales ; 12 Vertèbres lombaires ; 13 Vertèbres sacrées ; 14 Coccyx ; 15 Membre inférieur ; 16 Os du bassin ; 17 Fémur ; 18 Rotule ; 19 Tibia ; 20 Péroné ; 21 Tarse ; 22 Métatarse ; 23 Phalanges ; 24 Membre supérieur ; 25 Clavicule ; 26 Omoplate ; 27 Humérus ; 28 Cubitus ; 29 Radius ; 30 Carpe ; 31 Métacarpe ; 32 Phalanges.

planche 9



Essayez de mettre la légende de mémoire.
Énumérez dans l'ordre les os des membres qui se correspondent.
Contrôlez votre réponse sur ce dessin où les os qui se correspondent ont la même couleur.

10/ Comment se font les mouvements?



1 A. Chronophotographie d'un saut à pieds joints chez l'Homme.

Les animaux ont la possibilité de modifier de façon plus ou moins importante la position des diverses parties de leur corps, c'est-à-dire d'effectuer des mouvements. C'est là une des manifestations les plus évidentes de la vie. Mais comment se font ces mouvements ?

Pour répondre à cette question, analysons ce qui se passe quand nous effectuons des mouvements simples comme ceux de l'avant-bras par rapport au bras.

Comment se font les mouvements?



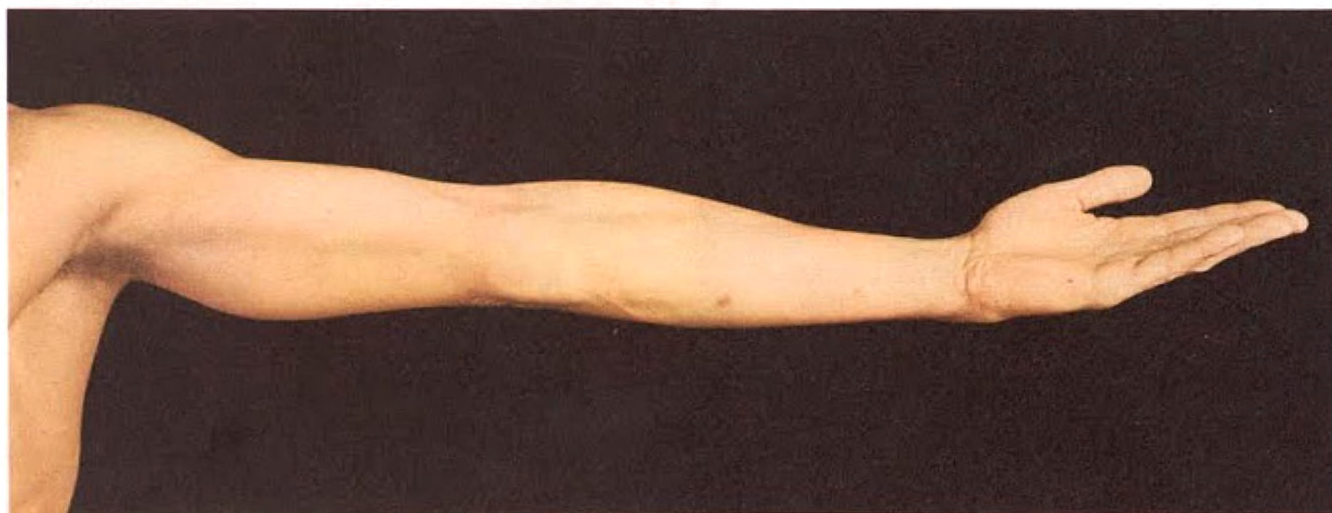
1 B. Chronophotographie de la marche chez l'Homme.

Comment se font les mouvements?



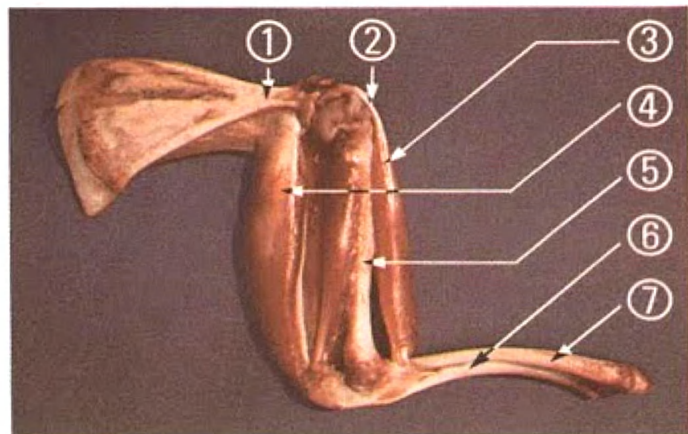
2 Flexion de l'avant-bras sur le bras. Le biceps est contracté, le triceps décontracté.

1/ Flexion et extension de l'avant-bras



3 Extension de l'avant-bras dans le prolongement du bras. Le biceps est décontracté, le triceps contracté.

4 Muscles du membre antérieur du Lapin. 1. Omoplate 2. Tendons supérieurs. 3. Muscle fléchisseur (biceps chez l'Homme). 4. Muscle extenseur (triceps chez l'Homme). 5. Humérus. 6. Cubitus. 7. Radius. Repérez bien les points d'attache des tendons sur les os.



a/ Rôle des muscles

Pliez votre avant-bras sur votre bras (fig. 2) ; c'est un mouvement de **flexion**. Palpez votre bras. Le **biceps** se raccourcit, se gonfle et devient dur : il est **contracté**. Le triceps, par contre, allongé et mou, est décontracté. Le biceps est intervenu dans ce mouvement en tirant sur le radius (voir fig. 4), l'autre extrémité, attachée à l'omoplate, étant fixe ; c'est un **muscle fléchisseur**.

Allongez l'avant-bras (fig. 3) ; c'est un mouvement d'**extension**. Le **triceps** est contracté, alors que le biceps est décontracté. Le triceps est intervenu dans ce mouvement en tirant sur le cubitus (fig. 4), car l'autre extrémité est attachée sur l'omoplate et l'humérus qui restent fixes ; c'est un **muscle extenseur**.

Le biceps et le triceps ont donc des effets opposés : ce sont des **muscles antagonistes**.

Les muscles sont les organes actifs du mouvement.

b/ Rôle des os

Les os ne produisent pas eux-mêmes le mouvement, ils subissent l'action des muscles.

Les os sont donc des organes passifs.

Cependant ils ont un double rôle :

- par leur dureté, ils assurent la rigidité des segments des membres ;
- par les articulations qui les relient entre eux, ils guident, orientent et limitent l'amplitude des mouvements. Observons en effet les figures 5 et 6.

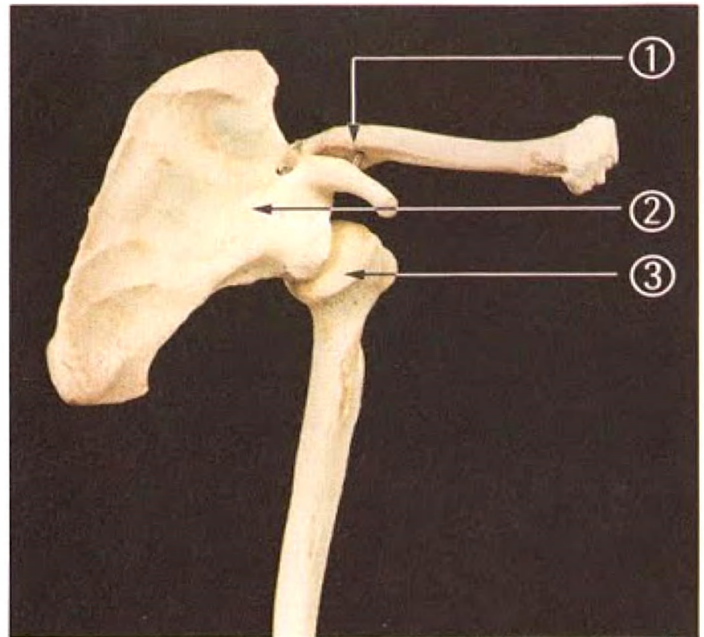
La figure 5 montre l'articulation de l'épaule. Les surfaces en contact sont des portions de sphère. La partie creuse de l'omoplate est assez réduite. Les mouvements possibles du bras ont une grande amplitude dans toutes les directions : c'est une articulation comparable à celle d'une caméra sur son pied.

La figure 6 nous montre l'articulation du coude. Les surfaces en contact ne sont pas sphériques, mais sensiblement cylindriques, et les mouvements se font autour de l'axe de ce cylindre. L'amplitude des mouvements est limitée vers l'arrière par une saillie du cubitus : l'**olécrâne**. De plus, si le bras est fixe, les mouvements de l'avant-bras ne peuvent se faire que dans un seul plan : c'est une articulation semblable à une charnière.

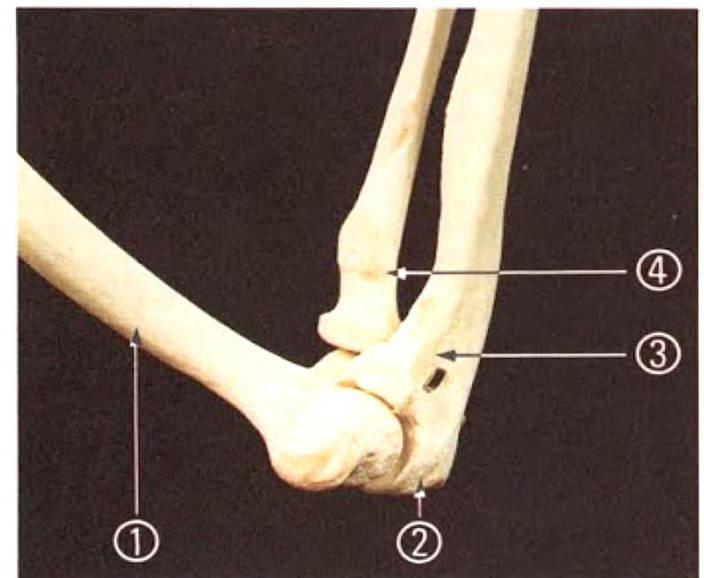
Remarque. Les mouvements permis par la colonne vertébrale sont encore de plus faible amplitude.

2/ Comment s'articulent les os?

Sur la figure 7 nous voyons que des **ligaments souples** forment un manchon autour des têtes des os, maintenant celles-ci en contact. D'autre part, on constate qu'un **cartilage articulaire** lisse recouvre les surfaces en contact. Entre ces surfaces lisses se trouve un liquide visqueux, la **synovie**, qui facilite encore le glissement des surfaces articulaires les unes sur les autres.

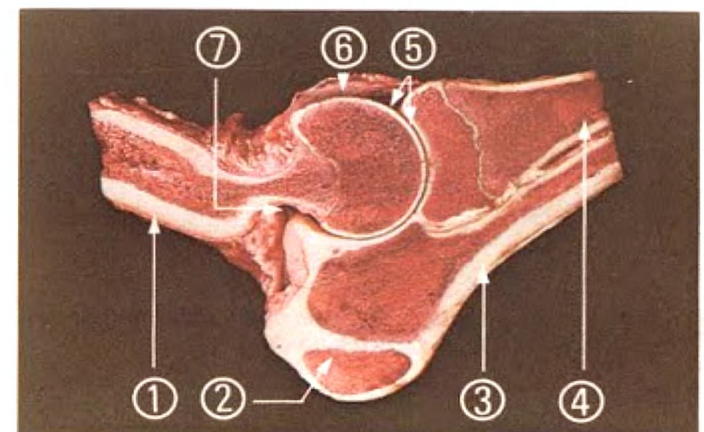


5 Articulation de l'épaule de l'Homme. 1. Clavicule. 2. Omoplate. 3. Tête hémisphérique de l'humérus.



6 Articulation du coude de l'Homme. 1. Humérus. 2. Olécrâne servant de butée dans le mouvement d'extension de l'avant-bras par rapport au bras. 3. Cubitus. 4. Radius.

7 Coude de Veau frais, scié en long. 1. Humérus. 2. Olécrâne. 3. Cubitus. 4. Radius. 5. Cartilage articulaire. 6. Ligaments articulaires. 7. Espaces remplis de synovie.



3/ Quelques problèmes posés par les mouvements

a/ La commande des muscles

Les mouvements représentés par les figures 2 et 3 sont voulus : ce sont des **mouvements volontaires**.

La chronophotographie de la figure 1 A permet d'analyser les différentes phases d'un saut à pieds joints. Elle représente un mouvement voulu par l'athlète ; il a en effet l'intention de le faire : c'est encore un mouvement volontaire.

Des observations faites sur des animaux et sur des blessés ont permis de savoir que c'est le cerveau qui commande à nos muscles et que les « ordres » du cerveau arrivent à nos muscles par les nerfs.

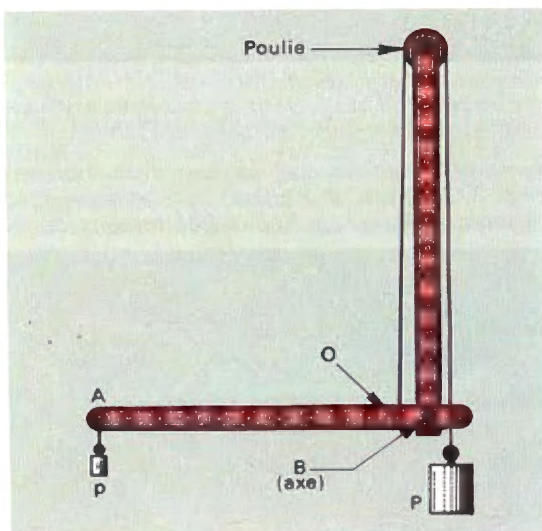
La chronophotographie de la figure 1 B permet d'étudier les différentes phases de la marche. Ce mouvement se fait sans que nous y pensions : c'est un mouvement automatique. Cependant, nous pouvons marcher vite, lentement, à grands pas, à petits pas. La marche est donc un mouvement automatique que le cerveau peut contrôler.

En définitive, c'est notre système nerveux qui commande et contrôle la contraction de nos muscles.

b/ Les forces mises en jeu lors des mouvements

La figure 8, dans laquelle le poids **P** joue le rôle des muscles, montre que la force qui est produite pour soulever un poids **p** est très importante. L'expérience prouve en effet que : $P = 10 p$ (environ). Notre biceps fournit donc un effort plus grand que s'il soulevait directement le poids **p**.

Par contre, on constate qu'un très faible raccourcissement du muscle produit un grand déplacement de l'extrémité du membre. Cet avantage compense l'inconvénient précédent.



10 Montage permettant de connaître l'effort fourni par le biceps en soulevant un poids **p**.

4/ Quelques conséquences du travail musculaire

Lors d'un travail musculaire intense, vous vous échauffez : le travail musculaire **produit de la chaleur**. En même temps, les mouvements respiratoires et les battements du cœur s'accroissent. Ces phénomènes correspondent à une **plus grande consommation d'oxygène** par les muscles, et aussi à un **important rejet de gaz carbonique**.

Enfin, les travailleurs manuels, qui fournissent de gros efforts, mangent plus que les travailleurs intellectuels ; c'est la preuve **qu'une partie de nos aliments est utilisée par nos muscles**. Ceux-ci ont besoin, pour se contracter, d'un sucre, le **glucose**, qui se trouve dans divers aliments (miel, raisin, par exemple), ou qui provient de la digestion de certains aliments (sucre ordinaire, pain, haricots, par exemple).

Comment se font les mouvements?

Conclusion

Les mouvements sont assurés par la contraction des muscles rattachés aux os par des tendons. Les os sont des organes passifs qui se déplacent les uns par rapport aux autres grâce aux ligaments qui les unissent de façon souple. Le cartilage articulaire et la synovie facilitent la mobilité des os. La forme des articulations détermine l'amplitude et la variété des mouvements.

Le travail musculaire s'accompagne d'une plus grande consommation d'oxygène et d'aliments ; il produit de la chaleur et du gaz carbonique.

Antagoniste : qui agit en sens contraire.

Cartilage articulaire : tissu lisse facilitant l'articulation des os.

Glucose : sucre très répandu chez les êtres vivants, indispensable à la vie et servant d'aliment aux muscles.

Olécrâne : saillie du cubitus limitant le mouvement de l'avant-bras vers l'arrière.

Synovie : liquide qui lubrifie (rend glissant) les articulations.

Exercice : En observant les chronophotographies du saut et de la marche (fig. 1 A et 1 B, p. 82), efforcez-vous d'analyser ces deux mouvements.

Dessin A. — Membre supérieur en flexion :

1 Épaule ; 2 Biceps contracté ; 3 Saignée ; 4 Radius ; 5 Cubitus ; 6 Coude ; 7 Olécrâne ; 8 Triceps décontracté ; 9 Omoplate.

Dessin B. — Membre supérieur en extension :

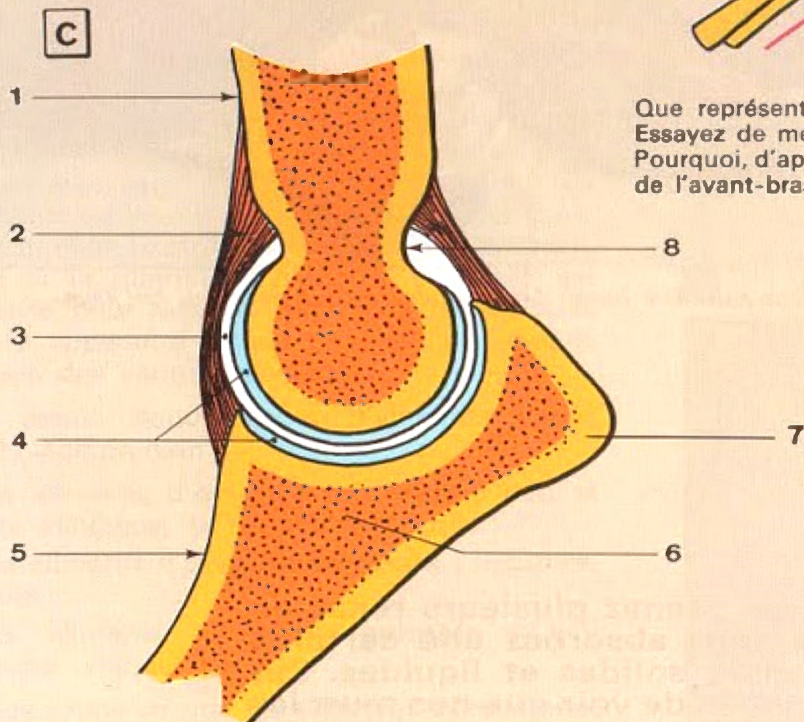
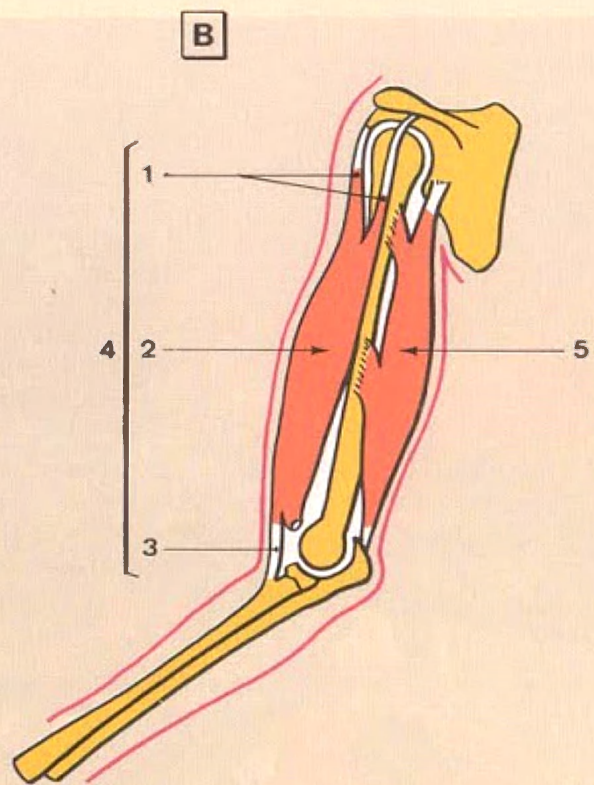
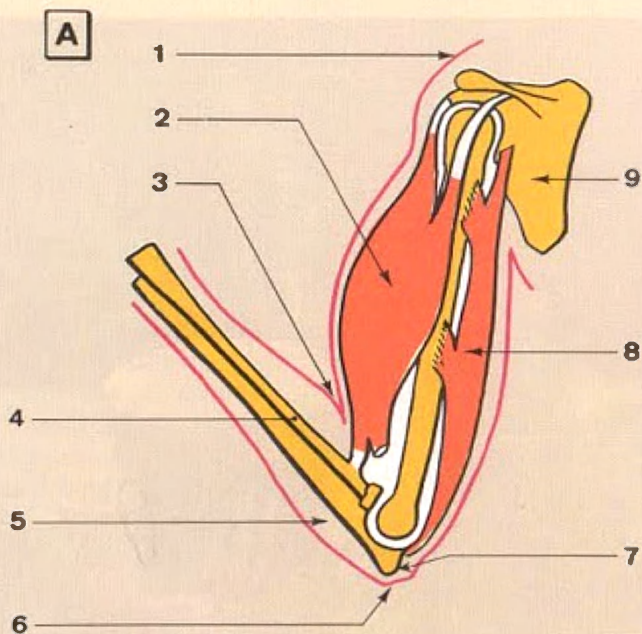
1 Tendons supérieurs ; 2 Ventre ; 3 Tendon inférieur ; 4 Biceps décontracté ; 5 Triceps contracté.

Dessin C. — Coupe schématique de l'articulation de l'humérus et du cubitus chez l'Homme :

1 Humérus ; 2 Ligament ; 3 Espace rempli de synovie ; 4 Cartilages articulaires ; 5 Cubitus ; 6 Os spongieux rempli de moelle rouge ; 7 Olécrâne ; 8 Cavité olécrânienne.

D'après ce dessin, on voit que le mouvement d'extension cesse quand l'olécrâne vient buter dans la cavité correspondante de l'humérus.

planche 10



Que représentent les dessins A, B, C ?
Essayez de mettre la légende de mémoire.
Pourquoi, d'après le dessin C, le mouvement d'extension
de l'avant-bras est-il limité ?

11/ Les organes des Vertébrés ont besoin d'aliments



1 *Un menu varié et complet, qui vous paraîtra peut-être banal. Mais songez à tous ceux qui ont faim.*

Chaque jour vous prenez plusieurs repas au cours desquels vous absorbez une certaine quantité d'aliments solides et liquides. Par ailleurs nous venons de voir que nos muscles ont besoin de glucose pour travailler. De quels aliments avons-nous donc besoin ? Comment peuvent-ils être utilisés par nos organes ?

1/ Les besoins

a/ Deux manifestations de nos besoins : la soif et la faim

La soif, qui se manifeste par une sensation de bouche sèche, la faim, qui se traduit par des tiraillements d'estomac, sont les deux premières manifestations de nos besoins d'aliments liquides et solides.

Or, si l'absorption d'eau suffit à éteindre notre soif, elle ne calme pas notre faim. Si celle-ci n'est pas satisfaite, un amaigrissement (fig. 2) et un affaiblissement général apparaissent. Dans les cas extrêmes, l'individu meurt.

b/ Besoin d'une alimentation variée

L'observation et l'expérience montrent qu'une alimentation peu variée entraîne des troubles plus ou moins graves. Ainsi, l'enfant au ventre gonflé que vous voyez sur la figure 3 manque de lait, de viande, d'œufs, de poisson. Au temps de la marine à voile, les marins restaient des mois en mer sans manger d'aliments frais. Ils présentaient souvent des troubles graves pouvant entraîner la mort, le scorbut, par exemple. Même si la quantité d'aliments absorbée est suffisante pour remplir l'estomac, des troubles peuvent apparaître : c'est ce que l'on appelle la « faim des ventres pleins ».

Nous avons donc besoin d'aliments variés (fig. 1) comprenant :

- des aliments d'**origine minérale** : eau et sels minéraux, tel le sel de cuisine ;
- des aliments d'**origine végétale** : légumes, fruits ;
- des aliments d'**origine animale** : lait, beurre, viande, poisson.

Or nous avons vu que les végétaux contiennent diverses matières carbonées. Il en est de même pour les aliments d'origine animale. Suivant la nature des matières carbonées, on distingue :

- les **aliments sucrés** : sucre, fruits, miel, etc. ;



2 Jeune enfant souffrant de la faim

3 Jeune enfant dont le ventre ballonné traduit une déficience alimentaire en aliments azotés.



Les organes des Vertébrés ont besoin d'aliments

- les **féculents**, riches en amidon : pomme de terre, pain, pâtes... ;
- les **aliments azotés** : œufs, poisson, viande, fromage... ;
- les **aliments gras** : beurre, huiles...

L'Homme mange donc des aliments très variés : il a un **régime omnivore** (*omnis* veut dire tout, en latin). Par contre, certains animaux ne mangent que de l'herbe : ce sont des **herbivores** ; d'autres ne mangent que de la viande : ce sont des **carnivores**.

Remarque. La quantité et la nature des aliments nécessaires chaque jour constituent la ration alimentaire ; cette ration varie suivant le travail musculaire.

2/ Que deviennent les aliments absorbés ?

Avant de pouvoir être utilisés par nos organes, nos aliments progressent le long du tube digestif, où ils subissent des actions diverses.

a/ Dans la bouche

Les aliments y subissent deux actions :

Action des dents au cours de la mastication

Comment agissent nos dents, quand nous mangeons un sandwich, par exemple ? Si le pain est frais, nous en coupons facilement un morceau avec les dents situées en arrière des lèvres, mais à condition d'avoir légèrement avancé la mâchoire inférieure. Si le pain est rassis, nous le plaçons sur le côté de la bouche ; après un petit mouvement latéral puis un abaissement de la mâchoire inférieure, nous tirons dessus et en arrachons ainsi un morceau. Nous n'utilisons donc pas les mêmes dents que précédemment.

Enfin, que le pain soit coupé ou arraché, nous le triturons au moyen des dents placées au niveau des joues.

Les organes des Vertébrés ont besoin d'aliments

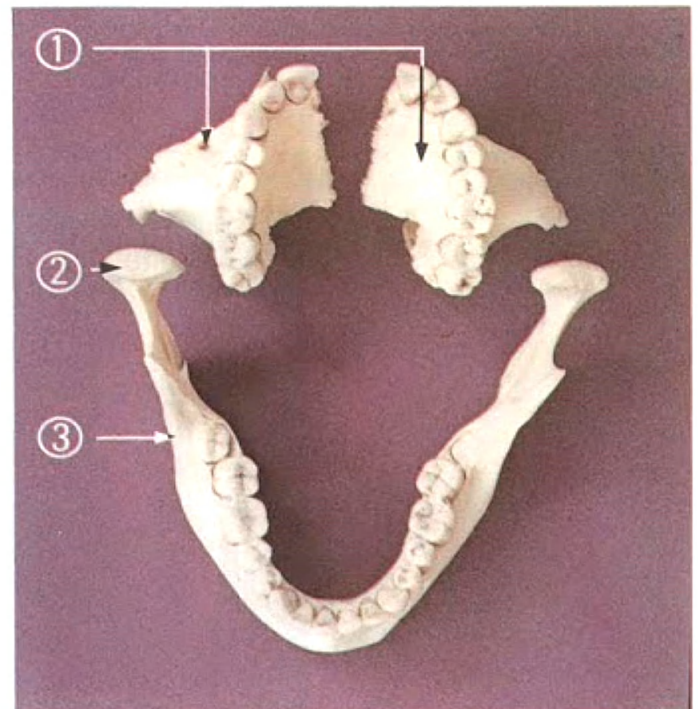
L'Homme adulte possède quatre sortes de dents (fig. 4) dont la forme de la partie visible, ou couronne, est bien en rapport avec leur rôle :

- les **incisives** (fig. 4 A) ont une couronne aplatie et tranchante, d'où leur nom ;
- les **canines** (fig. 4 B) ont une couronne conique et pointue bien propre à déchirer ;
- les **prémolaires et les molaires** (fig. 4 C et D) ont une couronne hérissée de tubercules qui permettent de broyer.



4 A à D. Les quatre types de dents humaines : Incisive (A) et canine (B) vues par leur face interne, prémolaire (C) et molaire (D) vues de profil.

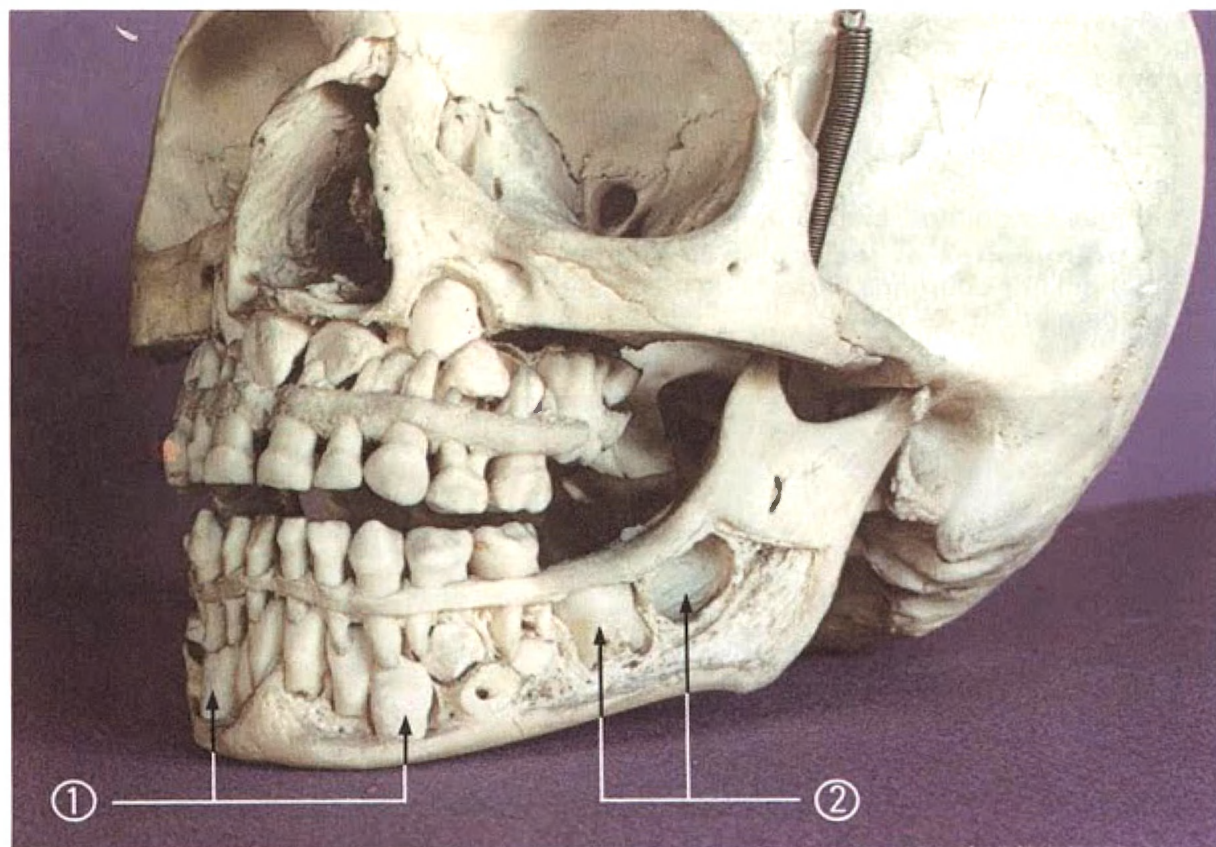
5 Maxillaires supérieurs (1) et maxillaire inférieure (3) d'un Homme adulte. Remarquez la forme du condyle (2).



Chez l'adulte (fig. 5) il y a, à chaque demi-mâchoire, deux incisives, une canine, deux prémolaires et trois molaires. C'est ce qu'indique la formule dentaire :

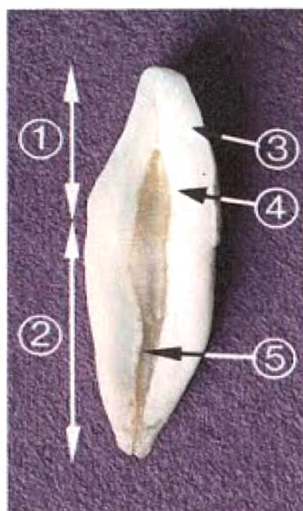
$$\frac{\text{demi-mâchoire supérieure}}{\text{demi-mâchoire inférieure}} : \frac{2}{2} I + \frac{1}{1} C + \frac{2}{2} PM + \frac{3}{3} M$$

Les organes des Vertébrés ont besoin d'aliments



6 Denture d'un enfant de 6 ans. Les mâchoires ayant été sculptées, on voit les bourgeons des dents de remplacement (1) et des dents de complément (2).

7 Incisive humaine sciée en long. 1. Couronne. 2. Racine. 3. Émail. 4. Ivoire. 5. Cavité contenant la pulpe.



Chez un enfant de six ans (fig. 6), la formule dentaire est : $\frac{2}{2} I + \frac{1}{1} C + \frac{2}{2} PM$; on dit qu'il a une **denture incomplète**.

Cette denture est provisoire. Les premières dents, ou dents de lait, tombent et sont remplacées par des dents définitives qui existent à l'état de bourgeons (fig. 6).

La coupe d'une dent (fig. 7) montre que c'est un organe vivant. En effet, à l'intérieur se trouve la **pulpe**, qui possède des vaisseaux sanguins et des nerfs. Elle est entourée par l'**ivoire**, substance dure que recouvre l'**émail** au niveau de la couronne.

Lors de la mastication, le maxillaire inférieur effectue non seulement des mouvements verticaux, mais aussi, nous l'avons vu, des mouvements latéraux et d'avant en arrière. La forme du condyle (fig. 5) permet ces mouvements variés, exécutés grâce à des muscles puissants.

Les organes des Vertébrés ont besoin d'aliments

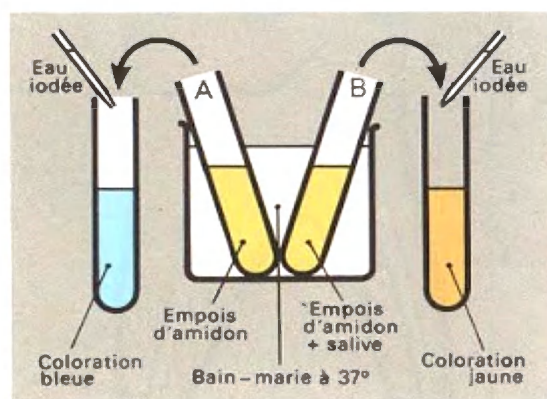
Action de la salive

Au cours de la mastication, la salive imprègne les aliments, ce qui ne contribue pas seulement à les ramollir. En effet, si l'on garde un morceau de pain dans la bouche, il prend une saveur sucrée. Sous l'action de la salive, l'amidon du pain a été transformé en une substance nouvelle ayant ce goût sucré.

La salive peut même agir hors de la bouche.

Dans deux tubes (fig. 8) on a mis de l'empois d'amidon (amidon bouilli dans de l'eau). Après refroidissement, on met de la salive dans le tube **B** et l'on place les deux tubes dans un bain-marie à 37°. Au bout de quelques minutes, on verse de l'eau iodée dans les deux tubes. La coloration bleue caractéristique de l'amidon n'apparaît qu'en **A**. En **B** il n'y a donc plus d'amidon : il a été transformé par la salive.

On dit que **la salive digère l'amidon cuit**.



8 Mise en évidence de l'action de la salive sur l'amidon cuit.

b/ Tout au long du tube digestif

Nos aliments subissent l'action de nombreux autres sucs digestifs, qui les transforment en corps solubles capables de passer dans le sang ; celui-ci les véhicule jusqu'aux divers organes.

Remarque. Une bonne mastication permet une meilleure pénétration des sucs digestifs, donc une meilleure digestion.

Les organes des Vertébrés ont besoin d'aliments

Conclusion

L'Homme ne peut vivre sans absorber des aliments variés et en quantités suffisantes. L'homme, qui mange toutes sortes d'aliments, est un omnivore.

Dans le tube digestif, les aliments, préalablement broyés par les dents, subissent l'action des sucs digestifs qui les transforment en corps solubles ; ceux-ci sont transportés par le sang vers nos différents organes.

Condyle : saillie osseuse faisant partie d'une articulation.

Denture : ensemble des dents d'un individu.

Digestion : opération au cours de laquelle les aliments sont transformés en corps solubles capables de passer dans le sang.

Empois d'amidon : liquide obtenu en chauffant de l'amidon délayé dans de l'eau.

Omnivore : qui mange de tout.

Sucs digestifs : liquides sécrétés par les glandes digestives et assurant la digestion des aliments.

Dessin A. — Demi-maxillaire gauche d'un enfant de 6 ans :

a Dents de lait ; **b** Dents de remplacement ; **c** Dents de complément.

1 Incisives ; **2** Canine ; **3** Premières molaires ; **4** Condyle.

Dessin B. — Coupe verticale d'une molaire :

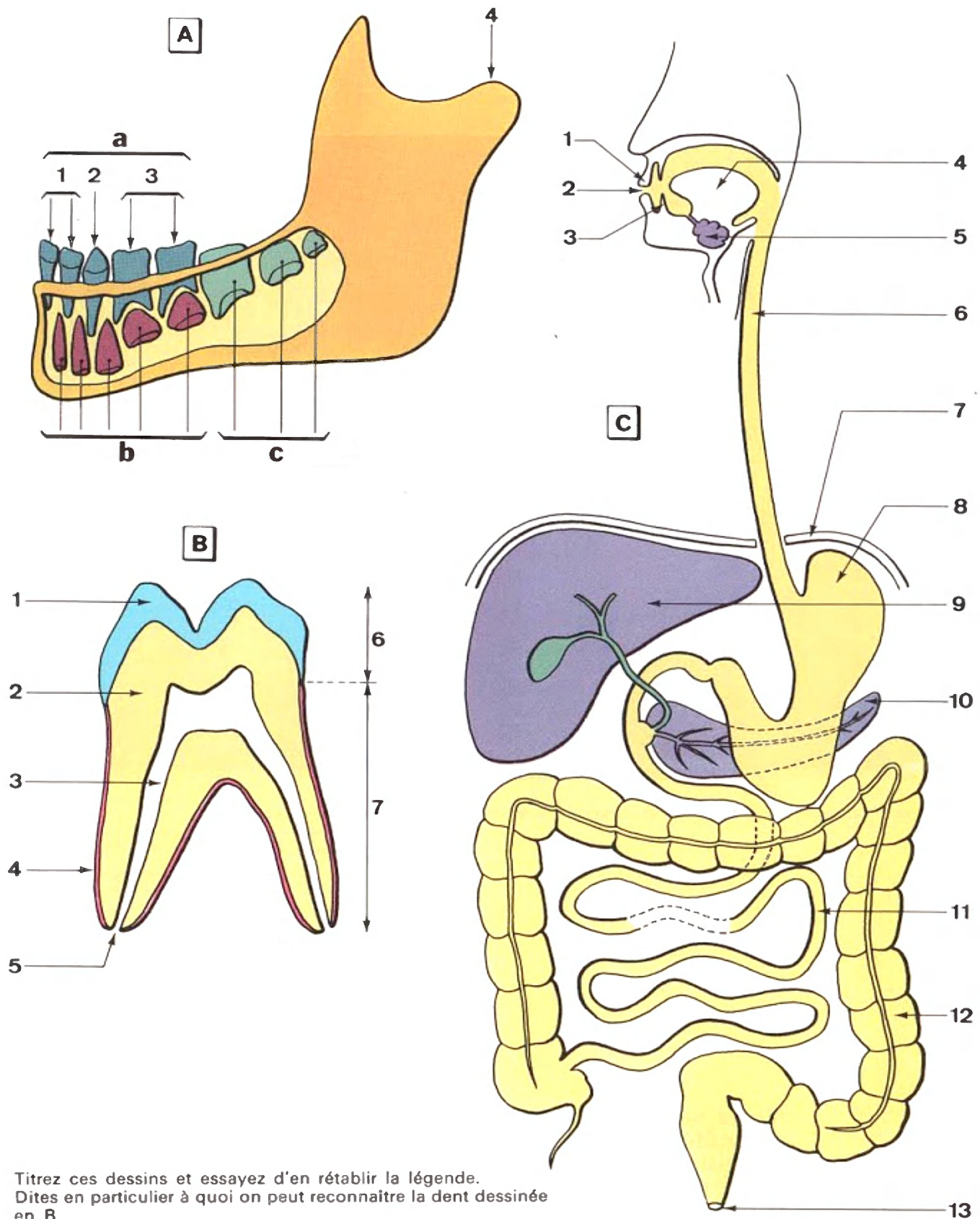
Il s'agit d'une molaire et non d'une prémolaire car en plus des deux tubercules il y a deux racines.

1 Émail ; **2** Ivoire ; **3** Cavité pulpaire ; **4** Cément ; **5** Orifice pulpaire ; **6** Couronne ; **7** Racines.

Dessin C. — Schéma de l'appareil digestif de l'Homme :

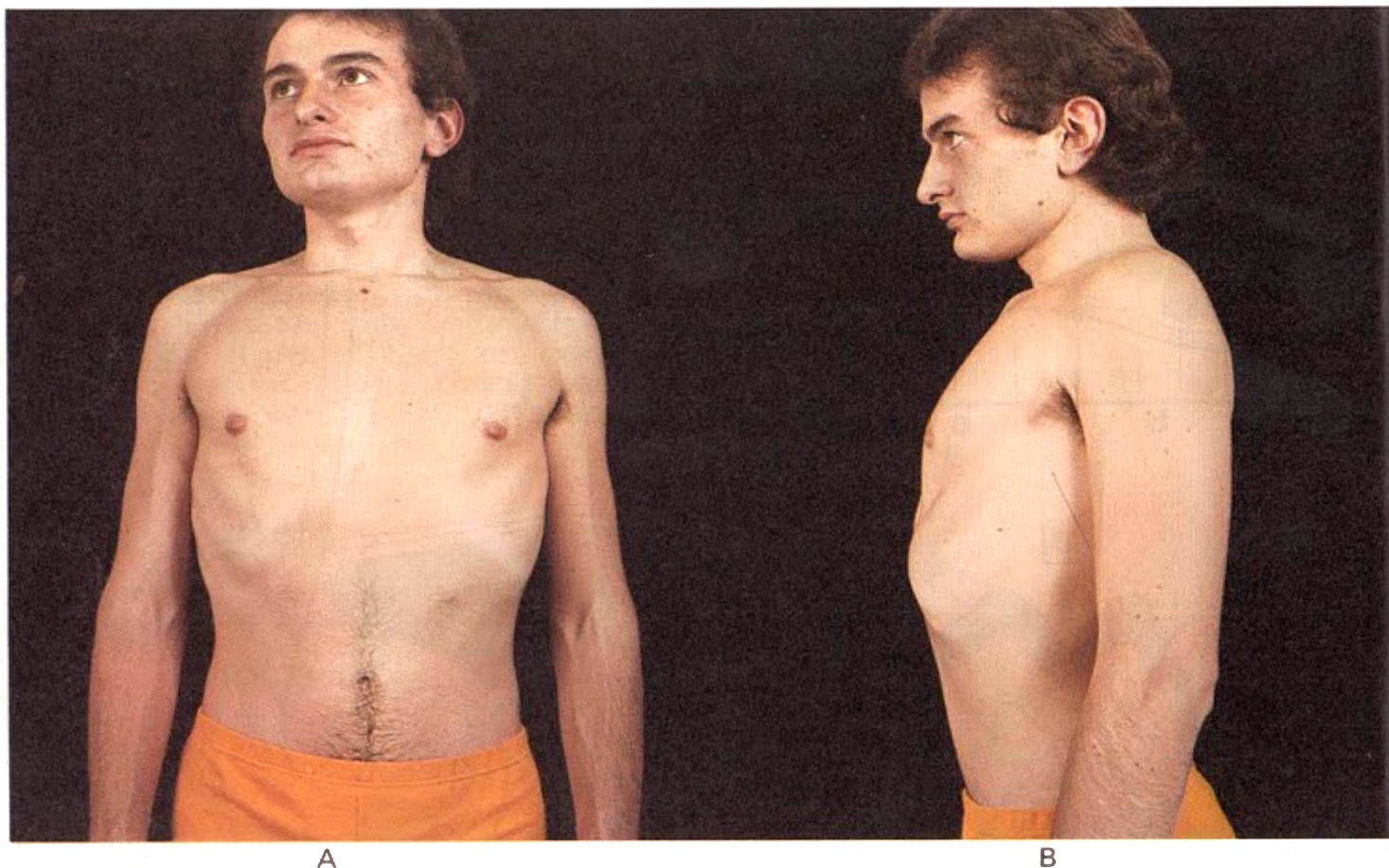
1 Lèvre ; **2** Bouche ; **3** Dents ; **4** Langue ; **5** Glande salivaire ; **6** Œsophage ; **7** Diaphragme ; **8** Estomac ; **9** Foie ; **10** Pancréas ; **11** Intestin grêle ; **12** Gros intestin ; **13** Anus.

planche 11



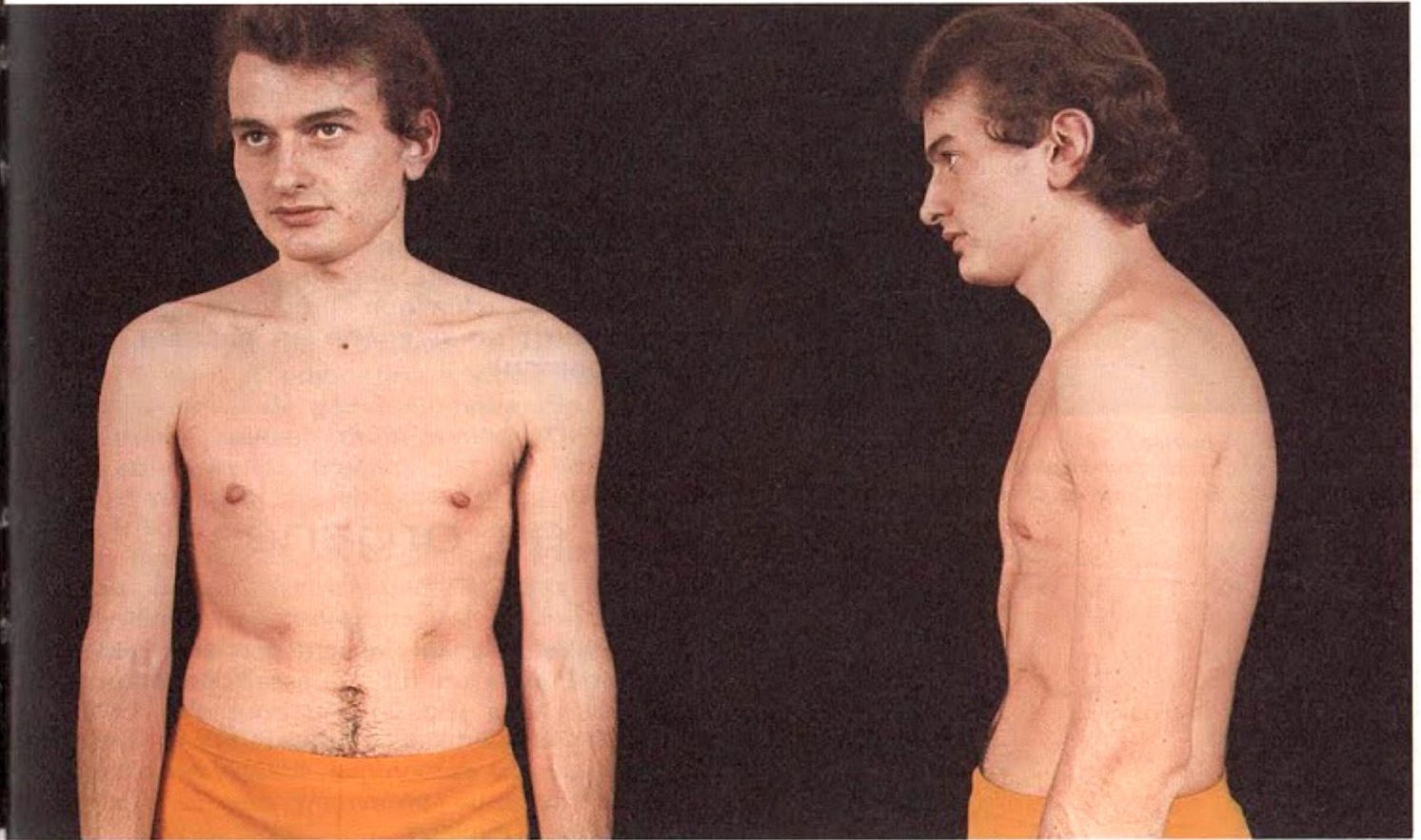
Titrez ces dessins et essayez d'en rétablir la légende.
Dites en particulier à quoi on peut reconnaître la dent dessinée en B.

12/ Les organes des Vertébrés respirent



1 La cage thoracique au cours de l'inspiration (a et b) et de l'expiration (c et d).

Nous savons que notre rythme respiratoire s'accélère au cours d'un effort musculaire, ce qui permet de penser que nos muscles respirent. Mais qu'est-ce que la respiration ? Est-il exact que nos muscles et les autres organes respirent ? Si oui, comment peuvent-ils le faire ?



C

D

1/ Mouvements respiratoires et échanges gazeux

a/ Les mouvements respiratoires

Les mouvements respiratoires, au cours desquels notre cage thoracique augmente et diminue alternativement de volume (fig. 1), sont la manifestation la plus évidente de la respiration :

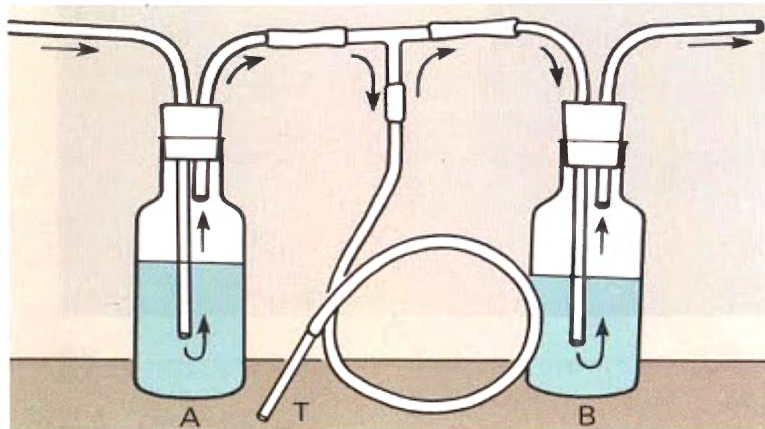
- quand la poitrine se gonfle, de l'air entre dans nos poumons : c'est l'**inspiration** ;
- quand la poitrine diminue de volume, de l'air est rejeté des poumons : c'est l'**expiration**.

En moyenne, au repos, il y a vingt mouvements par minute.

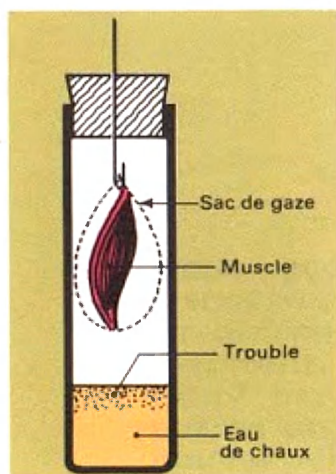
Les organes des Vertébrés respirent



2 Dispositif permettant de comparer la richesse en gaz carbonique de l'air inspiré (tube A) et de l'air expiré (tube B). En A l'eau de chaux reste limpide, en B elle se trouble.



3 Mise en évidence du rejet de gaz carbonique par un organe.



b/ Les échanges gazeux

Réalisons le montage de la figure 2. Plaçons le tube **T** dans la bouche et effectuons des inspirations et des expirations. L'air inspiré passe par **A**, l'air expiré par **B**. Au bout de quelques mouvements respiratoires, nous constatons que l'eau de chaux se trouble en **B** mais pas en **A** : **l'air se charge de gaz carbonique pendant son passage dans les poumons.**

Une analyse chimique prouverait que **l'air s'appauvrit en oxygène en passant dans nos poumons.**

2/ Les organes respirent

Un organe frais, un muscle par exemple, est suspendu dans un tube à essai contenant de l'eau de chaux (fig. 3). Au bout d'un certain temps l'eau de chaux se trouble : le muscle a rejeté du gaz carbonique. L'analyse chimique de l'air du tube prouverait que la quantité d'oxygène a diminué.

Donc, les organes respirent.

Dans notre corps les organes ne sont pas au contact de l'air ; comment peuvent-ils recevoir de l'oxygène et rejeter du gaz carbonique ?

3/ Comment les organes respirent

a/ Rôle du sang

Quand nous fournissons un effort, nous pouvons constater une accélération du rythme cardiaque : la circulation du sang se fait donc plus vite. Le sang joue-t-il un rôle dans la respiration ?

Faisons arriver de l'oxygène dans du sang (fig. 4 A) : il prend une couleur rouge vif. Faisons arriver du gaz carbonique (fig. 4 B), il prend une couleur rouge sombre. Or le sang qui arrive à nos organes par les artères est rouge vif, celui qui en sort par les veines est rouge sombre.

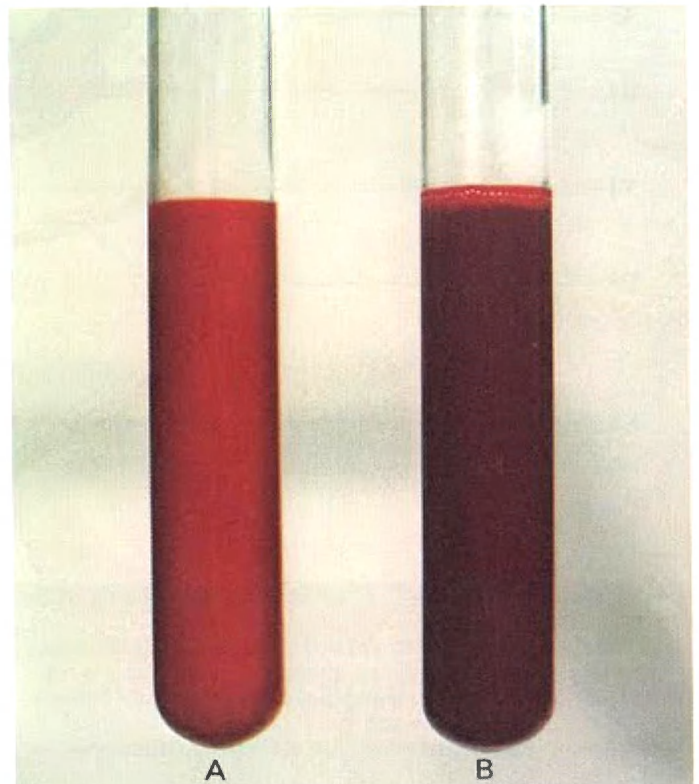
Des expériences plus précises montreraient qu'au niveau des organes le sang perd de l'oxygène et se charge de gaz carbonique. Au niveau des poumons, c'est le phénomène inverse qui se produit.

Donc, le sang assure le transport des gaz de la respiration.

b/ Rôle des poumons

C'est au niveau des poumons que le sang abandonne dans l'air son gaz carbonique et qu'il se charge d'oxygène. **Les poumons assurent entre l'air et le sang les échanges gazeux** indispensables à la respiration de tous nos organes.

4 Couleur prise par le sang en présence d'oxygène (tube A) et en présence de gaz carbonique (tube B).



Les organes des Vertébrés respirent

Conclusion

Tous les organes respirent. Le sang leur apporte l'oxygène dont ils ont besoin et emporte le gaz carbonique qu'ils rejettent.

Au niveau des poumons, le sang rejette dans l'air le gaz carbonique qu'il contient et se charge d'oxygène. Les mouvements respiratoires, plus ou moins rapides suivant les besoins, permettent l'entrée de l'air atmosphérique dans les poumons et le rejet de l'air appauvri en oxygène et enrichi en gaz carbonique.

Expiration : action de chasser l'air hors des poumons.

Gaz carbonique : gaz rejeté au cours de la respiration; il trouble l'eau de chaux.

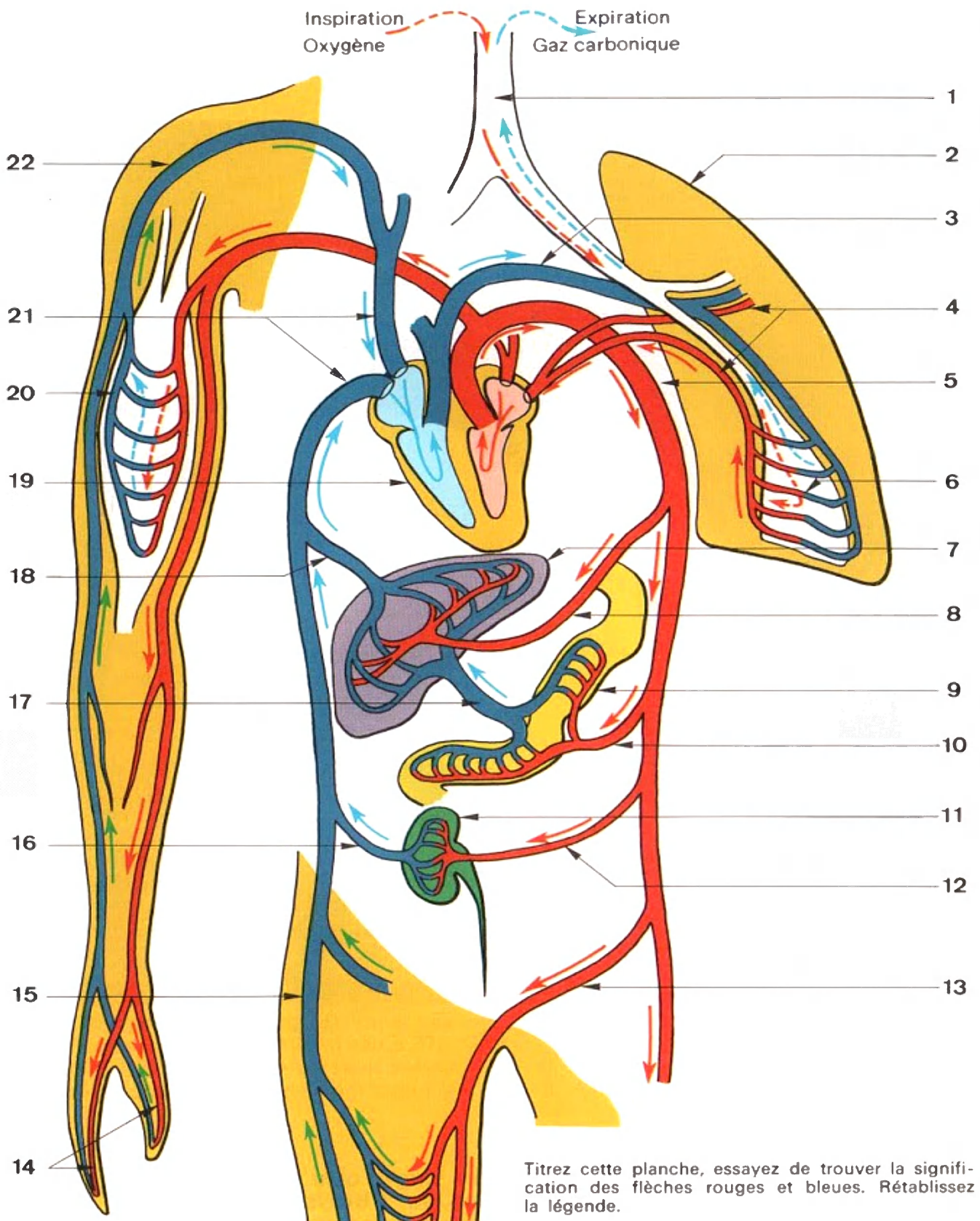
Inspiration : action ayant pour effet d'introduire de l'air dans les poumons.

Oxygène : gaz contenu dans l'air, indispensable à la vie.

Schéma illustrant le rôle du sang dans le transport des gaz de la respiration. Flèches rouges : trajet du sang chargé d'oxygène, flèches bleues trajet du sang chargé de gaz carbonique. Au niveau des poumons le sang se débarrasse du gaz carbonique qui sera évacué avec l'air expiré et il se charge d'oxygène venant de l'air inspiré. Au niveau des organes il cède son oxygène et se charge de gaz carbonique. De plus au niveau de l'intestin il se charge d'aliments.

1 Trachée ; 2 Poumon gauche ; 3 Artère pulmonaire ; 4 Veine pulmonaire ; 5 Aorte ; 6 Capillaires pulmonaires ; 7 Foie ; 8 Artère du foie ; 9 Intestin ; 10 Artère de l'intestin ; 11 Rein ; 12 Artère rénale ; 13 Artère des membres inférieurs ; 14 Artères des membres supérieurs ; 15 Veine des membres inférieurs ; 16 Veine rénale ; 17 Veine venant de l'intestin et allant au foie ; 18 Veines du foie ; 19 Cœur ; 20 Biceps ; 21 Veines caves ; 22 Veine du membre supérieur.

planche 12



13/ La Souris et les caractères fondamentaux des Mammifères



1 *Souris blanche, vue d'ensemble.*

Plus facile à élever en cage que sa sœur sauvage la Souris grise, la Souris blanche est un petit Mammifère sur lequel on peut faire de nombreuses observations.

La Souris et les caractères fondamentaux des Mammifères

a/ Le corps de la Souris est couvert de poils

Les poils (fig. 1) forment un pelage serré sur tout le corps, sauf sur la queue. De chaque côté du museau, des poils longs et sensibles constituent la moustache.

La présence de poils est un trait caractéristique des Mammifères.

Les poils sont solidement implantés dans la peau qui les produit. Ils sont constitués d'une substance cornée reconnaissable à son odeur quand elle brûle.



2 *Peau de Porc, vue en coupe. Sous la couche superficielle dans laquelle sont implantés les poils se trouve une épaisse couche de graisse.*

b/ La température du corps de la Souris est constante

Au toucher, le corps de la Souris paraît chaud. Sa température, un peu plus élevée que celle de l'Homme, est constante, comme la nôtre.

Les Mammifères sont des animaux à température constante.

Mais comment se maintient cette température ?

Rôle des poils et de la graisse

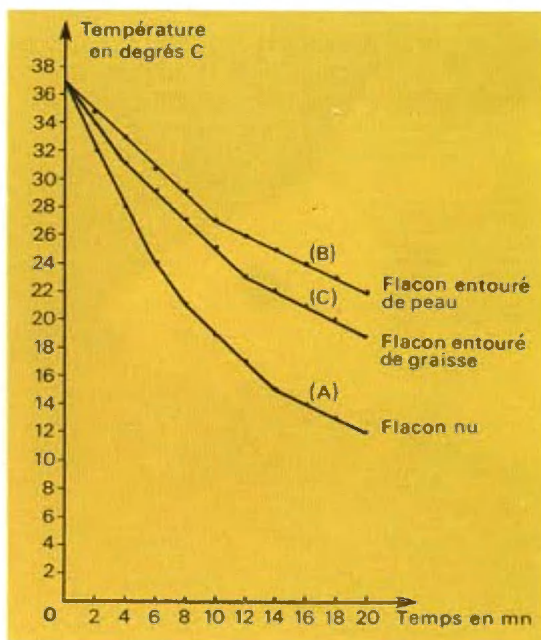
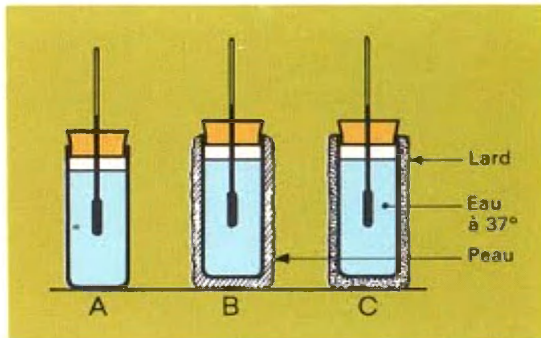
Dans trois flacons **A, B, C** (fig. 3), on a mis au même instant la même quantité d'eau à 37°. On constate que la température de l'eau baisse dans les trois flacons. Au bout de vingt minutes l'eau est :

- à 12° en A ;
- à 19° en C, qui est entouré de lard ;
- à 22° en B, qui est entouré de peau.

Donc la peau, la graisse ralentissent les pertes de chaleur, mais ne les empêchent pas.

Remarque. Chez certains Mammifères, on constate qu'il y a sous la peau (fig. 2) une épaisse couche de graisse. D'autre part, la couleur, la longueur des poils, l'épaisseur de la fourrure sont très variables suivant les espèces et, pour une même espèce, suivant le milieu dans lequel l'animal vit. Ainsi l'Hermine est brune en été, blanche en hiver.

La Souris et les caractères fondamentaux des Mammifères



Temps en mn	Températures en degrés		
	flacon nu	flacon avec peau	flacon avec lard
0 mn	37°	37°	37°
2	32	35	34
4	28	33	31
6	24	31	29
8	21	29	27
10	19	27	25
12	17	26	23
14	15	25	22
16	14	24	21
18	13	23	20
20	12	22	19

3 B. Températures de l'eau relevées dans chacun des trois flacons, toutes les deux minutes.

Production de chaleur

La température des Mammifères ne peut donc être constante que si les pertes de chaleur sont compensées par une production équivalente. Or, nous savons que nous mangeons plus en hiver qu'en été, preuve qu'une partie des aliments produit de la chaleur.

c/ Reproduction

Dans l'élevage, de temps en temps une femelle grossit et prépare un nid douillet. Un matin vous découvrez qu'elle a mis au monde des petits vivants : on dit qu'elle est **vivipare**. Dès leur naissance les petits se nourrissent du lait des mamelles de leur mère. C'est à la présence de ces glandes sécrétrices de lait que les Mammifères doivent leur nom (Mammifère = porteur de mamelles).

La Souris allaite ses petits pendant quinze à vingt jours. Leur croissance est rapide et au bout de trois mois ils peuvent se reproduire.

3 A. Expérience montrant que le lard (flacon B) et les poils (flacon C), ralentissent les pertes de chaleur. C. Courbes traduisant la vitesse de refroidissement de l'eau dans les flacons A, B, C.

Remarque. Seuls deux Mammifères d'Australie, l'Ornithorynque et l'Échidné, pondent des œufs.

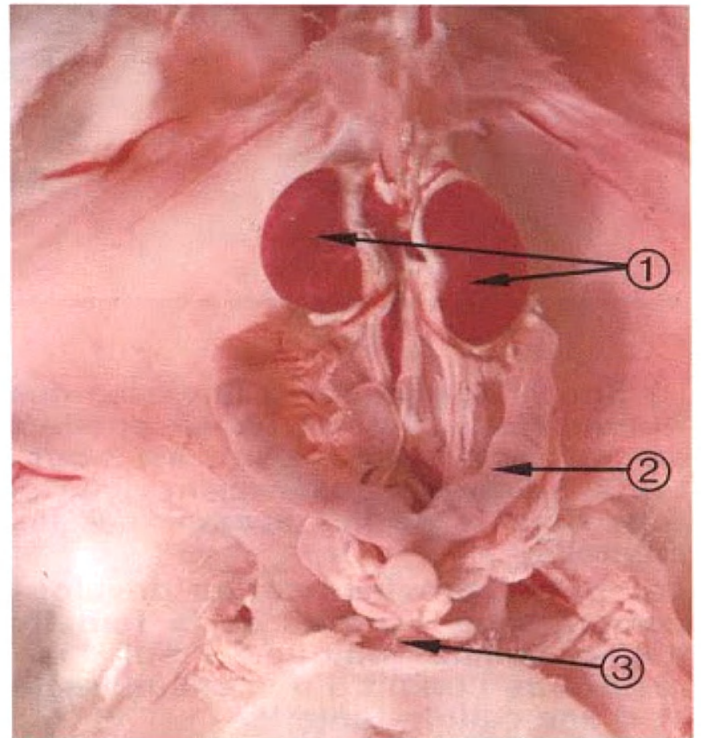
La Souris et les caractères fondamentaux des Mammifères

En un an une Souris peut avoir six portées comptant en moyenne six à huit petits : la Souris est donc un **animal prolifique**. Théoriquement, un couple de Souris peut avoir, en un an, une descendance de près d'un millier d'individus.

Avant leur naissance, les petits, alors appelés **embryons**, se développent dans deux conduits (fig. 4) aux parois très extensibles qui constituent l'**utérus**. Les embryons (fig. 5) sont reliés à la paroi de l'utérus par un **cordon ombilical**. Quand les embryons ont terminé leur développement, les jeunes sont expulsés par un conduit, le **vagin**, où aboutissent les deux branches de l'utérus.

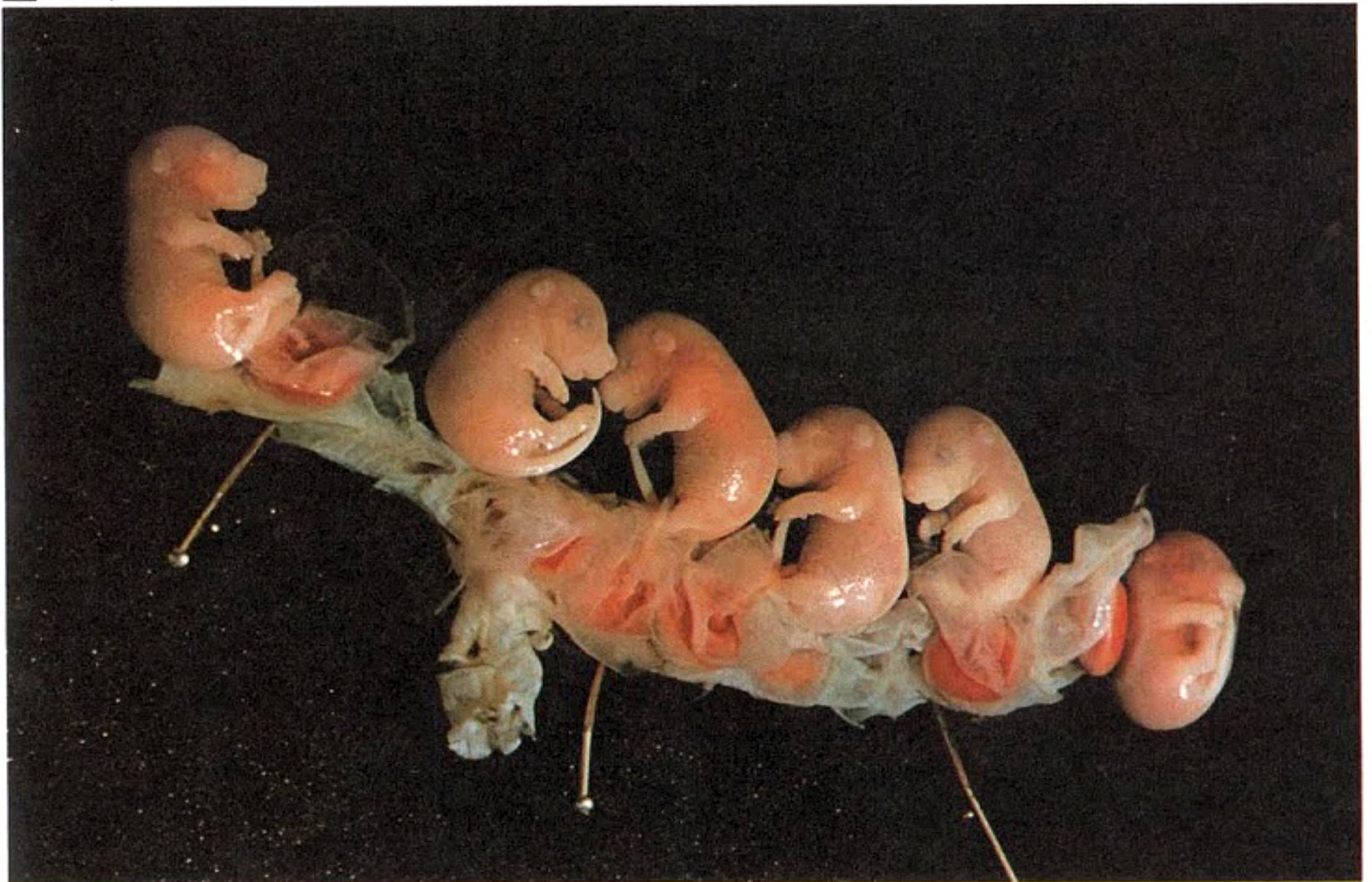
Pour qu'un embryon se forme, l'union de deux cellules reproductrices, l'une produite par la femelle, l'autre par le mâle, est nécessaire. De cette union résulte une cellule unique, appelée **œuf**, dont le développement donne l'embryon.

Tous les êtres vivants proviennent ainsi d'une cellule unique, l'œuf, résultant de l'union d'une cellule mâle et d'une cellule femelle.



4 Organes urinaires et reproducteurs d'une Souris femelle. 1. Reins. 2. Utérus dans lequel on devine la présence d'embryons. 3. Vagin. ▲

5 Embryons de Souris dans un utérus ouvert. ▼



Conclusion

La Souris appartient à la classe des Mammifères. Son corps est couvert de poils. Sa température est constante. Ses petits, qui naissent vivants, sont nourris de lait produit par les mamelles.

Les petits proviennent du développement dans l'utérus de la femelle d'une cellule unique, l'œuf, qui résulte de l'union d'une cellule mâle et d'une cellule femelle.

Embryon : jeune être vivant en cours de développement.

Mamelles : glande sécrétant le lait dont les Mammifères nourrissent leurs petits.

Portée : ensemble des petits qu'une femelle de Mammifère porte et met au monde en une fois.

Prolifique : qui se multiplie rapidement.

Utérus : organe femelle dans lequel se développent les petits.

Vagin : conduit par lequel passent les petits au moment de la naissance.

Vivipare : qui met au monde ses petits tout vivants.

Dessin A. — Appareil digestif de la Souris :

1 Incisives ; 2 Barre ; 3 Molaires ; 4 Glandes salivaires ; 5 Œsophage ; 6 Estomac ; 7 Foie ; 8 Pancréas ; 9 Intestin grêle ; 10 Gros intestin ; 11 Anus.

Dessin B. — Maxillaire inférieur gauche de la Souris :

1 Condyle ; 2 Molaires ; 3 Barre ; 4 Incisive.

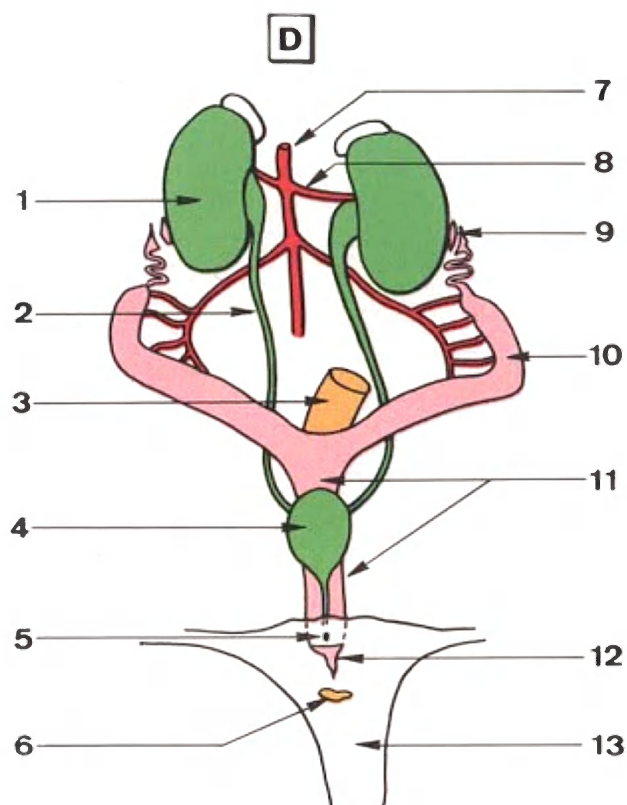
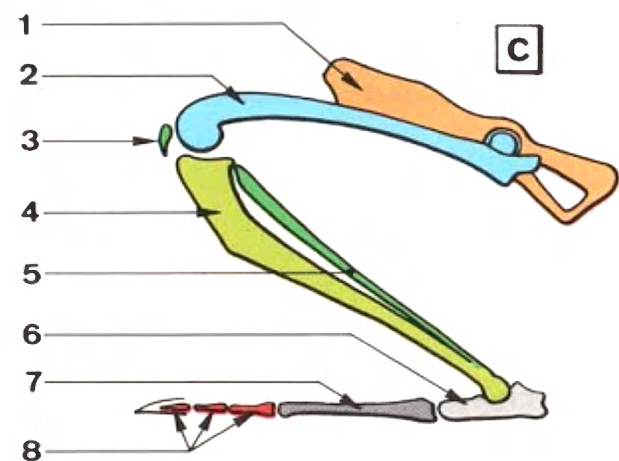
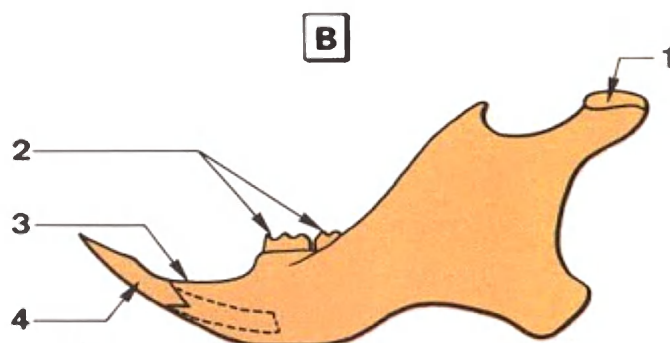
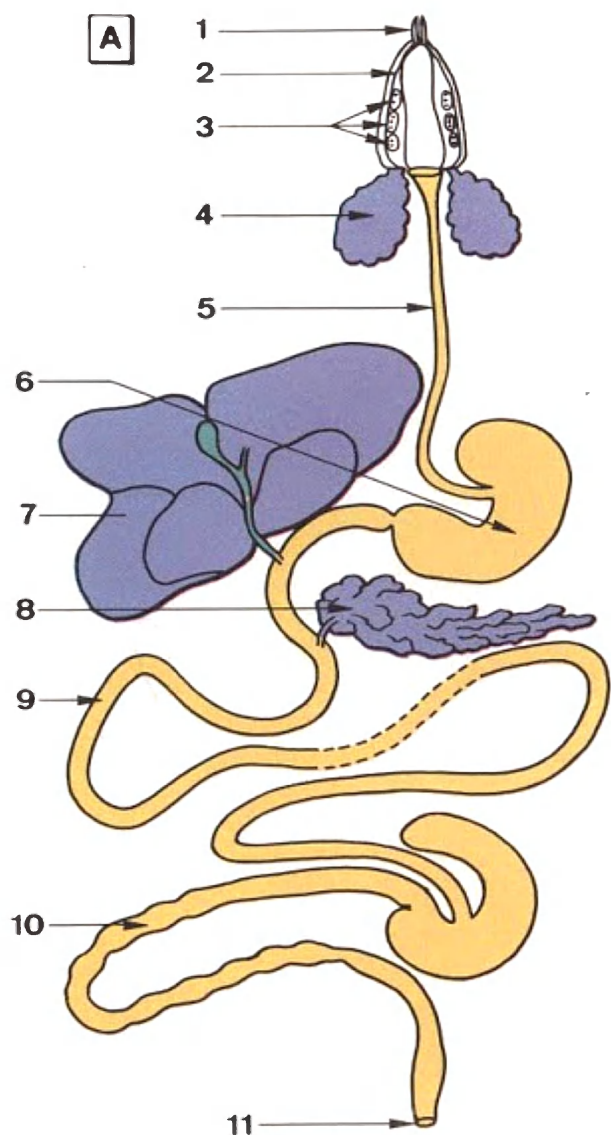
Dessin C. — Squelette du membre postérieur gauche de la Souris :

1 Os du bassin ; 2 Fémur ; 3 Rotule ; 4 Tibia ; 5 Péroné soudé au tibia ; 6 Tarsiens ; 7 Métatarsiens ; 8 Phalanges.

Dessin D. — Appareil urinaire (en vert) et appareil reproducteur (en rose) d'une Souris femelle :

1 Rein ; 2 Conduit urinaire ; 3 Intestin ; 4 Vessie ; 5 Orifice urinaire ; 6 Anus ; 7 Artère aorte ; 8 Artère rénale ; 9 Glande reproductrice femelle (Ovaire) ; 10 Utérus ; 11 Vagin ; 12 Orifice du vagin ; 13 Queue.

planche 13



Titrez ces dessins et rétablissez-en la légende.

14/ La nutrition des Végétariens et des Omnivores



1 Vache en train de brouter.

Certains animaux, comme la Vache, le Cheval, le Lapin, ne se nourrissent que de végétaux : ce sont des Mammifères végétariens. Comment absorbent-ils leur nourriture ? Quelles transformations subit-elle ? C'est ce que nous allons voir.

1/ Nutrition de la Vache

a/ La Vache broute

Avez-vous déjà observé une Vache en train de brouter ? Tête baissée (fig. 1), bouche entrouverte, elle entoure de sa langue râpeuse une touffe d'herbe, la serre entre ses mâchoires puis, d'un mouvement brusque de la tête, l'arrache plus qu'elle ne la coupe et l'avale immédiatement, sans la mâcher. Elle absorbe ainsi de grandes quantités d'herbe.

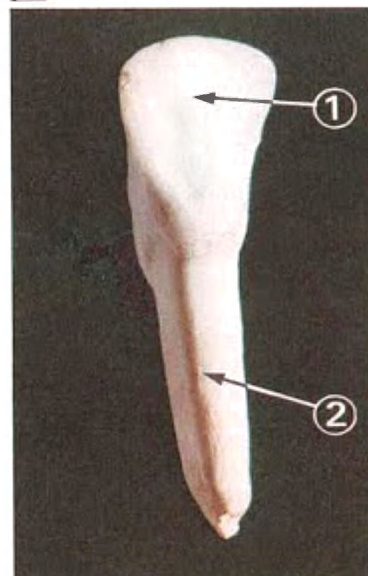
L'observation de l'estomac d'un Mouton (très comparable à celui de la Vache mais plus commode à manipuler) montre qu'il comporte quatre poches, dont une très volumineuse, la **panse** (fig. 4 et 5), dont la capacité peut dépasser 250 litres chez la Vache. C'est là que l'herbe avalée s'accumule.

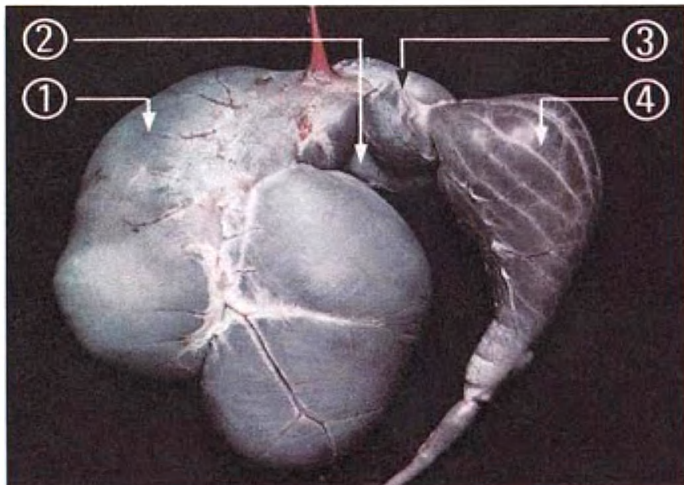
Pour comprendre comment l'herbe est prélevée, observons la denture (fig. 2). Le maxillaire inférieur porte, tout en avant, huit dents en forme de spatule (fig. 3) auxquelles fait suite un espace sans dents, la **barre**. Ces dents, **six incisives** et **deux canines** (en forme d'incisives), manquent à la mâchoire supérieure, où elles sont remplacées par un **bourrelet corné**. Ainsi, l'herbe, pincée entre le bourrelet corné et les huit dents, n'est coupée par le bord tranchant des dents qu'au moment où la Vache redresse la tête.



2 Tête osseuse de Vache.

3 Incisive de Vache. 1. Couronne. 2. Racine.





4 Estomac de Mouton face externe. 1. Panse. 2. Bonnet. 3. Feuillet. 4. Caillette.

5 Estomac de Mouton ouvert. Notez l'aspect des parois des différentes poches.



Remarque. Pour comprendre l'origine des crêtes d'émail des molaires, observons une molaire de Veau (fig. 6 A). Sa couronne présente quatre tubercules pointus séparés par deux dépressions qui se remplissent d'une matière dure appelée **cément**. Les molaires s'usent par frottement, l'émail des tubercules disparaît, laissant apparaître l'ivoire. Mais, l'émail qui entoure l'ivoire étant plus dur, il s'use moins vite et forme des crêtes. Malgré l'usure, la hauteur de la couronne des dents ne varie pas, car **les molaires ont une croissance continue**.

b/ La Vache ruminante

Après avoir longuement brouté, la Vache, debout ou couchée, remue la mâchoire inférieure latéralement par une sorte de mouvement de rotation : on dit qu'elle rumine. La Vache est un **ruminant**.

L'observation montre que des boulettes d'herbe, venant de la panse et du **bonnet** (fig. 4 et 5), remontent par l'œsophage jusqu'à la bouche pour être mastiquées, elles redescendent ensuite dans la panse.

L'herbe est triturée par les molaires, au nombre de six par demi-mâchoire. Leur surface (fig. 6 B) possède des lignes dures en relief, les **crêtes d'émail**, qui la rendent rugueuse. Ces surfaces portent le nom de tables d'usure. La mâchoire inférieure étant plus étroite que la mâchoire supérieure, les tables d'usure des dents supérieures et des dents inférieures ne peuvent venir en contact, donc triturer l'herbe, que grâce aux mouvements latéraux de la mâchoire inférieure. La forme arrondie du condyle d'articulation de cette mâchoire rend aisés de tels mouvements.

Après la rumination, l'herbe imprégnée de salive forme une bouillie assez fluide qui retombe dans la panse, passe dans le **bonnet**, puis s'écoule dans le **feuillet** par la gouttière œsophagienne (voir planche). La paroi du feuillet possède des lamelles, d'où son nom. Enfin, la bouillie arrive dans la quatrième poche, la **caillette**, où elle subit l'action de sucs digestifs. La digestion se poursuit dans l'intestin, qui est très long : une quarantaine de mètres.

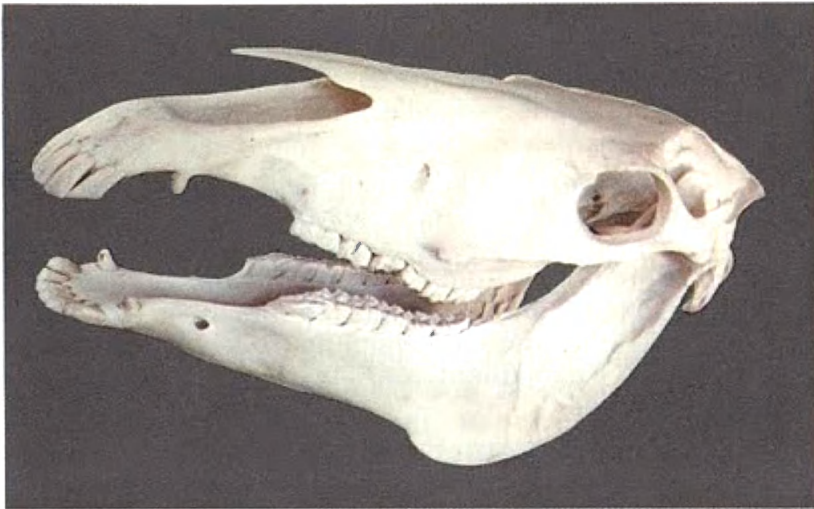
6 Molaire de Veau (A) et de Vache (B).



A

B

2/ Nutrition du Cheval



7 Tête osseuse de Cheval mâle.
Remarquez la présence des canines
caractéristique du mâle.

S'il mange aussi des graines (avoine), le Cheval est surtout un herbivore. Il saisit l'herbe avec ses lèvres, qui sont très mobiles, et la pince fortement entre ses incisives. Bien que la couronne de ces dernières soit aplatie (fig. 8 A), l'herbe est assez facilement coupée du fait de l'existence de crêtes d'émail. Les incisives du Cheval présentent en effet une table d'usure et leur croissance est continue. Leur degré d'usure permet d'apprécier l'âge du Cheval.

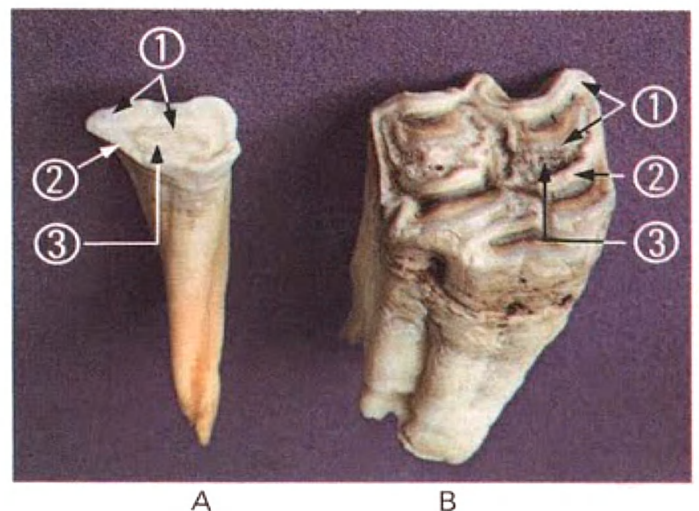
Aussitôt coupée, l'herbe est triturée par les molaires, dont la table d'usure (fig. 8 B) rappelle celle des molaires de la Vache. Pendant cette opération, la mâchoire se déplace latéralement.

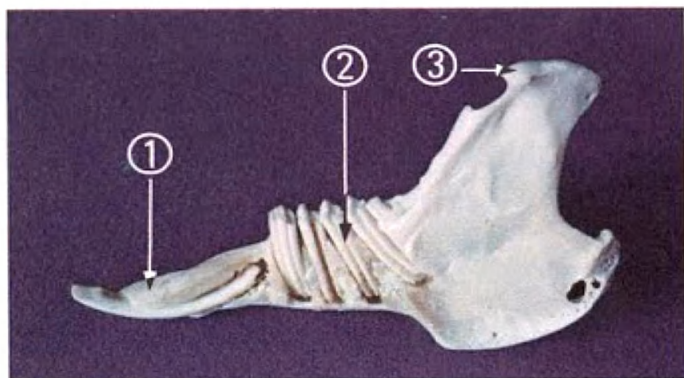
Les aliments vont ensuite dans l'estomac, qui ne comporte qu'une seule poche. L'intestin atteint une vingtaine de mètres.

Remarque. Comme chez la Vache, il y a une barre. Le mâle, ou étalon, possède de très petites canines sans utilité ; elles manquent chez la jument.

La présence d'une barre, de molaires présentant des crêtes d'émail, l'existence d'un estomac volumineux et d'un intestin très long sont caractéristiques des animaux à régime herbivore.

8 Incisive (A) et Molaire (B) de Cheval. 1. Crêtes d'émail. 2. Ivoire. 3. Cément.





9 Maxillaire inférieur gauche de Lapin, sculpté.
1. Incisive. 2. Molaires. 3. Condyle.
Remarquez la longueur des racines des dents.



10 Tête osseuse d'un Lapin dont les dents, mal implantées, ont grandi anormalement faute de pouvoir s'user par frottement.

Remarque. Le Lapin possède une barre mais il n'a pas de canines : sa denture est incomplète.

3/ Nutrition du Lapin de garenne

A l'état sauvage, les Lapins vivent en société dans des lieux appelés **garennnes**. Ils creusent des terriers où ils se cachent le jour. Ils se nourrissent de feuilles, de racines, de tubercules de plantes cultivées et même d'écorces.

Observez un Lapin mangeant une carotte. Il ne la coupe pas, mais en détache des copeaux à l'aide de ses incisives : on dit qu'il **ronge**. Comme la Souris, le Lapin est un Rongeur. Quand l'animal ronge, sa mâchoire inférieure effectue des mouvements d'avant en arrière qui s'expliquent par la forme allongée du condyle.

Observons ses **incisives** (fig. 9). Elles sont longues, arquées, **taillées en biseau**. En frottant les unes sur les autres, elles s'usent ; il en résulte que leur bord externe, formé d'émail, reste tranchant. Leur croissance est continue, de sorte que si elles sont mal implantées (fig. 10), elles ne peuvent s'user et s'allongent au point d'empêcher l'animal de se nourrir.

Les aliments sont ensuite triturés par les molaires qui s'affrontent grâce à des mouvements latéraux de la mâchoire. En effet, la mâchoire inférieure est plus étroite que la mâchoire supérieure.

Les molaires, qui ont aussi une croissance continue, sont hérissées de crêtes d'émail parallèles entre elles et perpendiculaires à la longueur des mâchoires. Les crêtes des molaires supérieures glissent entre celles des molaires inférieures pendant la mastication, ce qui réduit les aliments en pulpe très fine.

Notons que le Lapin possède un intestin très long et un volumineux appendice en cul-de-sac, appelé **cæcum**, dans lequel s'accomplit une partie importante de la digestion.

La présence d'incisives longues, taillées en biseau, à croissance continue, l'absence de canines, l'existence d'une barre, d'un long intestin et d'un volumineux cæcum sont caractéristiques des Rongeurs.

4/ Nutrition du Sanglier

Les Sangliers (fig. 11), proches parents des Porcs, se nourrissent d'aliments variés : racines, pommes de terre, betteraves, qu'ils déterrent avec l'extrémité de leur museau appelée **boutoir**. Ils se nourrissent aussi de glands, de Vers, d'œufs d'Oiseaux, de petits Reptiles et de Rongeurs qu'ils saisissent avec leurs incisives. On remarquera (fig. 12) que les incisives inférieures, situées dans le prolongement de la mâchoire, forment une pince avec les incisives supérieures. Le Sanglier est donc un omnivore. Sa nourriture étant plus riche, il en absorbe une moins grande quantité que les herbivores. Son estomac est peu volumineux et son intestin assez court. On remarquera (fig. 12) que la canine inférieure, appelée défense, est très développée chez le mâle. C'est une arme redoutable dont l'extrémité s'aiguisé par frottement contre la canine supérieure. L'usure est compensée par une croissance continue. Il y a sept molaires par demi-mâchoire. Les premières sont tranchantes ; elles jouent le rôle de nos incisives. Les suivantes sont hérissées de tubercules ; elles servent à broyer les aliments.

La mâchoire peut effectuer des mouvements latéraux assez amples en raison de la forme du condyle et de la surface sur laquelle il s'articule.

La présence de dents coupantes et de dents hérissées de tubercules est caractéristique des Omnivores.



11 Jeune Sanglier.



12 Tête osseuse du Sanglier. 1. Incisives. 2. Canines.

Conclusion

Les Mammifères végétariens, dont les aliments sont assez peu nutritifs et difficiles à digérer, ont une denture en général incomplète, caractérisée par la présence d'une barre et de molaires à crêtes d'émail. Leur tube digestif est très long et leur estomac assez volumineux. Parmi eux, les Rongeurs se caractérisent par des incisives arquées et taillées en biseau.

Les omnivores ont une denture complète, moins spécialisée, caractérisée par des dents capables de couper et des molaires hérissées de tubercules. Leur estomac est plus petit, leur intestin moins long.

Barre : espace sans dents caractéristique de la denture des végétariens.

Bonnet, caillette, feuillet, panse : les quatre poches de l'estomac d'un ruminant.

Cément : matière dure entrant dans la constitution des dents.

Garenne : endroit où vivent les Lapins à l'état sauvage.

Table d'usure : surface usée des dents des végétariens.

Végétarien : qui se nourrit de végétaux.

Dessin A. — Coupe schématique de l'estomac de la Vache :

1 Œsophage ; 2 Panse ; 3 Gouttière œsophagienne ; 4 Bonnet ; 5 Feuillet ; 6 Caillette ; 7 Intestin.

Les flèches vertes représentent le trajet suivi par les aliments jusqu'au moment de la rumination. Les flèches rouges le trajet qu'ils suivent après la rumination.

Dessin B. — Molaire de Vache, table d'usure et coupe verticale suivant **xy** :

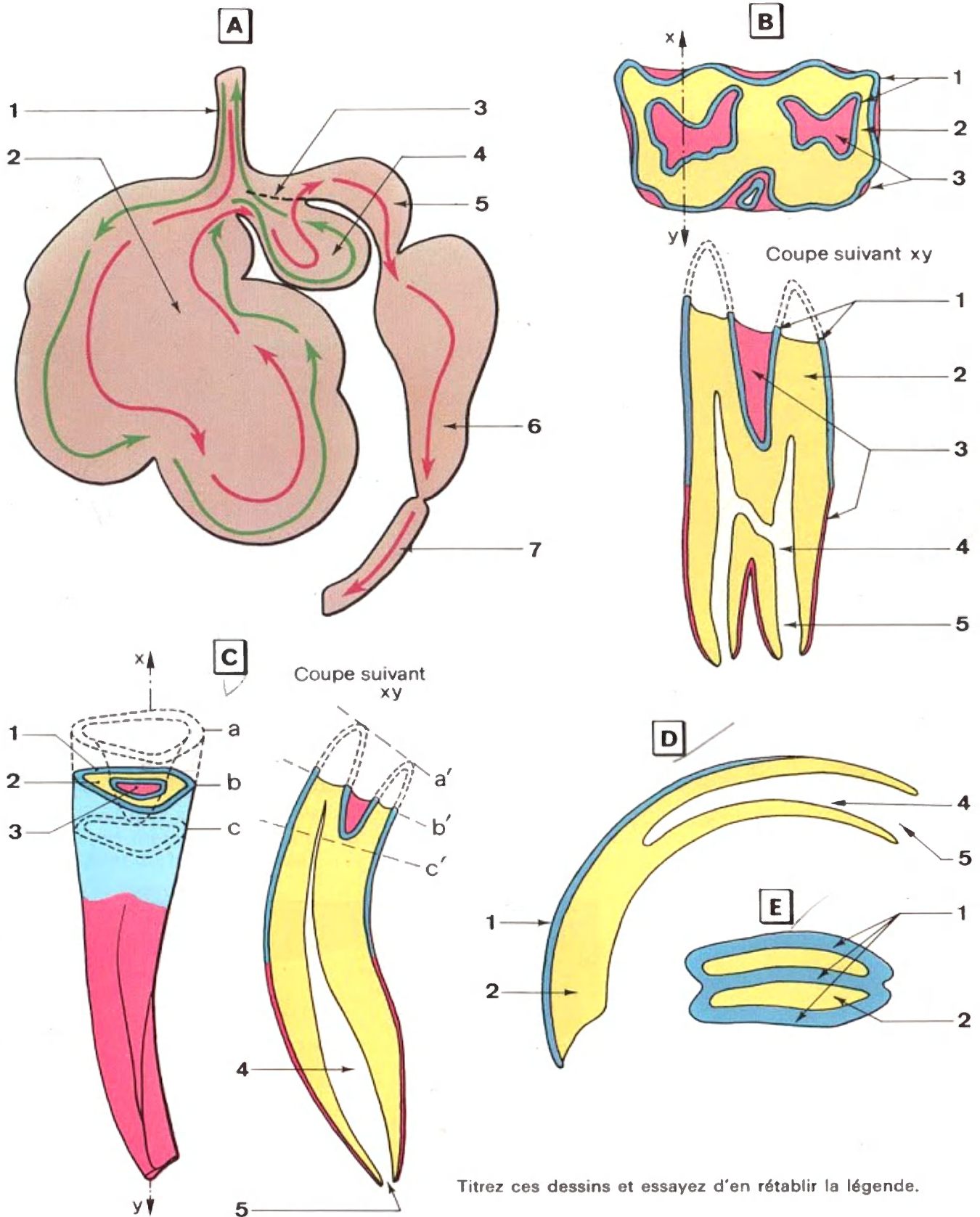
1 Crêtes d'émail ; 2 Ivoire ; 3 Cément ; 4 Cavité pulpaire ; 5 Orifice pulpaire.

Dessin C. — Incisive de Cheval vue par sa face interne et en coupe verticale suivant **xy**. Même légende qu'en B. **a, b, c** aspect des tables d'usure quand on se trouve aux niveaux **a', b', c'**.

Dessin D. — Incisive supérieure de Lapin vue en coupe. Même légende qu'en B.

Dessin E. — Molaire de Lapin vue de dessus. Même légende qu'en B.

planche 14



Titrez ces dessins et essayez d'en rétablir la légende.

15/ Locomotion et nutrition des Mammifères carnassiers



1 Chat à l'affût.

Les Mammifères carnassiers se nourrissent presque exclusivement de chair fraîche. Comment font-ils pour capturer, tuer et manger les animaux qui constituent leur nourriture ?

1/ Locomotion et nutrition du Chat

Le Chat domestique a gardé les instincts de ses ancêtres sauvages : il aime chasser.

a/ La chasse

Caché derrière une touffe d'herbe, un arbre, le Chat (fig. 1) attend sa proie. Il la repère aisément grâce à :

- son **ouïe très fine** ; le pavillon de ses oreilles s'oriente en direction du bruit ;
- sa **vue perçante**, de jour comme de nuit ; les pupilles, en forme de fente en pleine lumière (fig. 2 A), s'ouvrent très largement et deviennent rondes (fig. 2 B) dans l'obscurité ;
- son **odorat développé**.

La proie repérée, il la surveille, puis s'en approche doucement en marchant sur les doigts : le Chat est **digitigrade**. Sa marche est d'autant plus silencieuse qu'il a sous les doigts (fig. 3) des petits **coussinets charnus**.

Le moment venu, il s'immobilise, puis bondit sur sa proie : c'est la **chasse à l'affût**.

La puissance des muscles de ses pattes postérieures, la longueur de ses pieds, la position repliée en Z du membre postérieur au moment de l'affût en font un **bon sauteur**.



2 Yeux du Chat la nuit (A) et le jour (B).



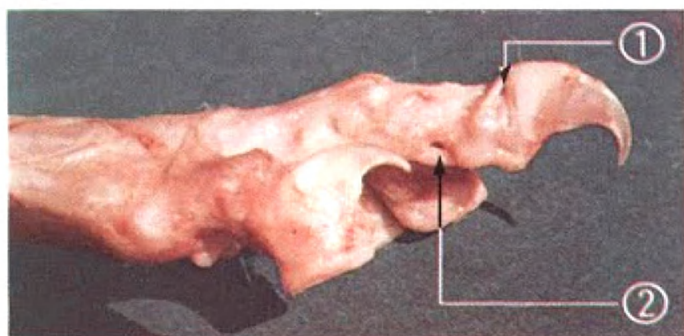
3 Coussinets de la patte du Chat.

Locomotion et nutrition des Mammifères carnassiers

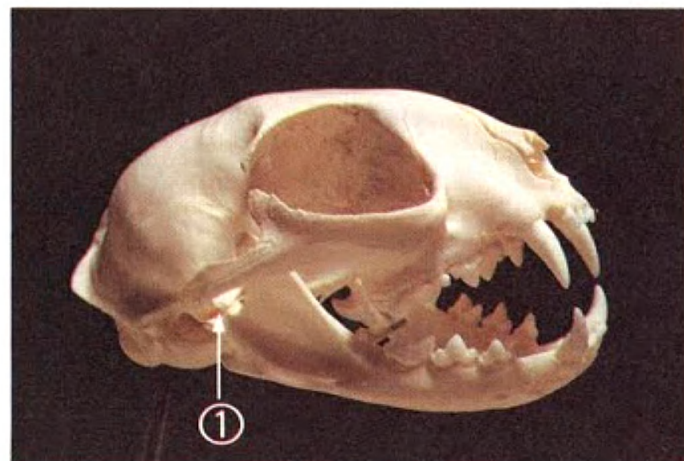


4 Griffes du Chat.

5 Patte de Chat disséquée. 1. Ligament élastique, rétracteur de la griffe. 2. Tendon extenseur de la griffe.



6 Tête osseuse de Chat. 1. Condyle.



La proie ne peut s'échapper, car elle est accrochée par les griffes acérées (fig. 4) des pattes antérieures. Ces griffes, cachées pendant la marche, ne sortent que lors de la capture : ce sont des **griffes rétractiles**. Elles sortent (fig. 5) grâce à la contraction des muscles et rentrent sous l'action de ligaments élastiques.

b/ Le repas

La victime est tuée à coups de griffes et surtout à coups de dents. En effet, les mâchoires (fig. 6) sont armées de quatre longues canines, ou **crocs**, véritables poignards qui servent aussi à déchirer les chairs.

La tête penchée sur le côté, le Chat cisaille les chairs au moyen de ses molaires. Celles-ci (fig. 6) sont aplaties latéralement et hérissées de tubercules pointus faisant penser à des dents de scie. La forme semi-cylindrique des condyles et celle de la cavité articulaire (fig. 6) ne permettant que des mouvements verticaux de la mâchoire inférieure, les molaires s'affrontent comme les lames d'une paire de ciseaux. Les incisives, petites et pointues, servent surtout à racler les chairs accrochées aux os.

Remarques. Les muscles masticateurs sont puissants, l'arcade de la joue sous laquelle ils passent est saillante. Le tube digestif est très court ; la digestion de la viande est en effet plus rapide que celle des végétaux.

c/ Réaction en cas de danger

Le Chat n'hésite pas à prendre la fuite ; c'est en effet un **bon coureur** : la démarche digitigrade allonge la foulée et réduit l'adhérence au sol. Il peut aussi chercher refuge sur un arbre ; grâce à ses griffes, c'est un **bon grimpeur**.

2/ Locomotion et nutrition du Chien

Le Chien, digitigrade lui aussi, est un bon coureur (fig. 7). De plus, ses griffes non rétractiles assurent une bonne adhérence au sol. Il chasse en poursuivant ses proies, qu'il saisit à pleines dents : **il chasse à courre.**

7 Chien en train de courir.



Ses mâchoires (fig. 8) s'articulent comme celles du Chat, mais elles sont plus longues et possèdent un plus grand nombre de molaires. Si les molaires situées vers l'avant sont coupantes, celles du fond ont une couronne basse portant des tubercules arrondis bien propres à broyer les os.

La similitude entre la denture du Chat et du Chien permet de dire que la présence de canines développées, de molaires coupantes, d'un condyle en forme de barre transversale sont caractéristiques d'un régime carné.

Remarques. Chez les Ours, Mammifères plantigrades carnivores dont la nourriture comporte aussi des végétaux, les molaires sont surtout broyeuses. La denture présente des caractères d'omnivore.

Chez les Phoques, les molaires, toutes semblables, servent à retenir les proies (Poissons) et non à la mastication, laquelle est impossible dans l'eau.

8 Tête osseuse de Chien.



3/ Rôle des carnassiers dans la nature

Beaucoup de carnassiers, comme le Renard, la Belette, le Blaireau (fig. 9), la Loutre (fig. 10), sont considérés comme nuisibles et cela pour deux raisons :

- ils chassent le gibier : Lièvres, Lapins, Perdreaux, Faisans..., ou les Poissons ;
- ils s'attaquent parfois aux animaux domestiques dans les basses-cours et les clapiers.

Mais on oublie leur rôle utile :

- ils détruisent beaucoup de Rongeurs, qui, très prolifiques, font de gros ravages dans les cultures, ainsi que des Insectes, eux aussi nuisibles ;
- ils détruisent également des animaux malades, plus faciles à capturer, empêchant ainsi l'extension de maladies contagieuses.

Remarques. La disparition des Coyottes en Californie a entraîné la pullulation des Lapins et des Rats. Dans l'estomac d'un Blaireau tué après son premier repas nocturne, on a trouvé jusqu'à 200 larves de Hannetons. La destruction des Loutres en Pologne s'est soldée par la disparition des Poissons par propagation de maladies, les Poissons malades n'étant plus détruits.



9 Blairau.



10 Loutre.

Conclusion

Les Mammifères carnassiers, qu'ils chassent à l'affût ou à courre, ont des sens très développés. Digitigrades et fortement musclés, ce sont des animaux rapides.

Leur denture est complète, caractérisée par la présence de canines développées (crocs), de molaires coupantes.

La forme du condyle (barre transversale) permet seulement des mouvements verticaux de la mâchoire inférieure.

Souvent considérés à tort comme nuisibles, ils contribuent en fait à l'équilibre des espèces animales dans la nature, car ils détruisent des animaux très prolifiques (Rongeurs, Insectes) et des animaux malades.

Dessin A. — Squelette de la tête du Chat :

1 Canines ; 2 Orbite ; 3 Crâne ; 4 Condyle ; 5 Trou auditif ; 6 Maxillaire inférieur ; 7 Carnassière.

Dessin B. — Maxillaire inférieur gauche vu de dessus :
1 Molaires comprimées latéralement ; 2 Condyle en forme de barre.

Dessins C et D. — Schémas expliquant le mouvement des griffes :

1 Griffes rentrées ; 2 Ligament élastique ; 3 Tendon ; 4 Muscle ; 5 Griffes sorties.

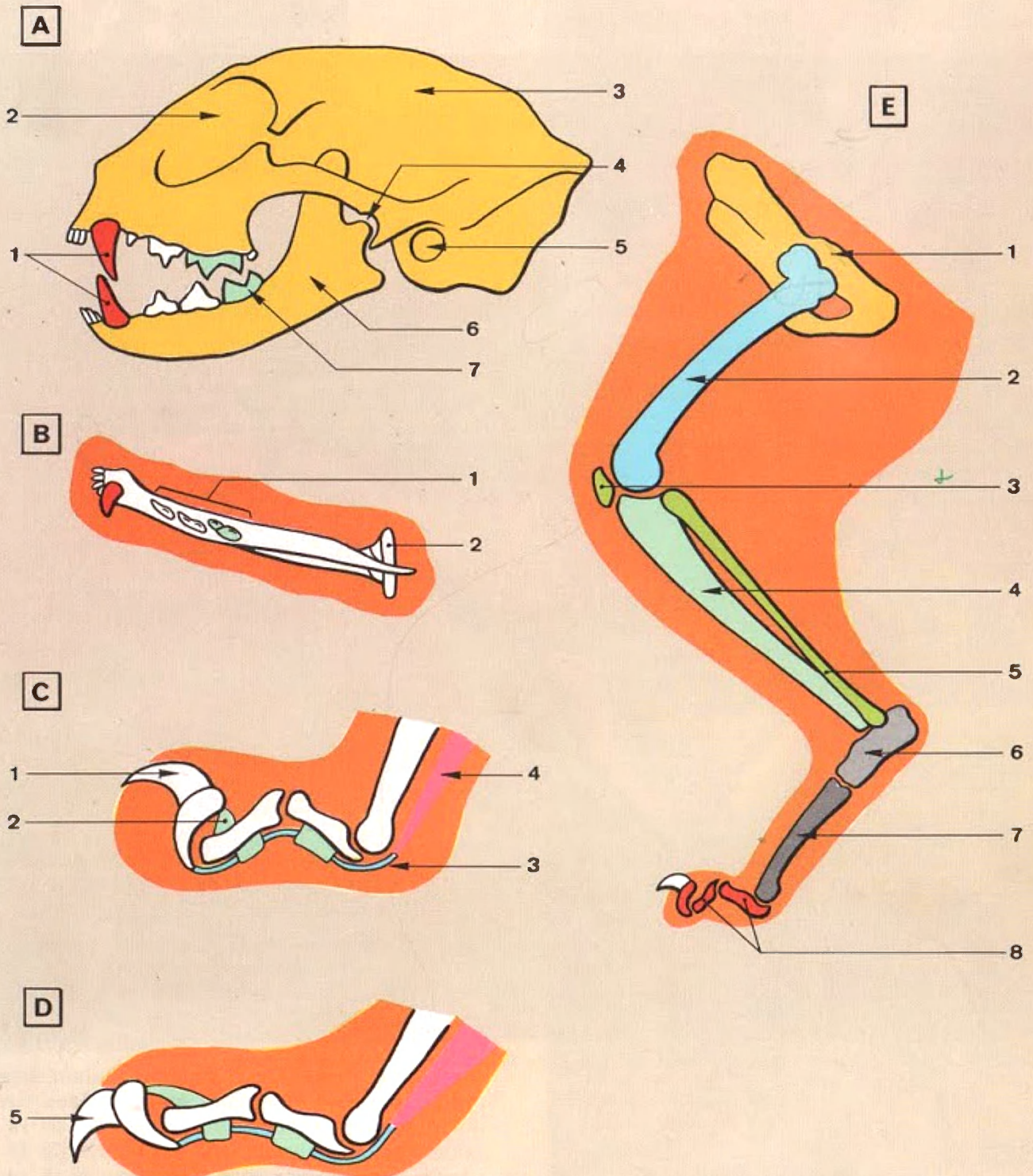
Dessin E. — Patte postérieure gauche :

1 Bassin ; 2 Fémur ; 3 Rotule ; 4 Tibia ; 5 Péroné ; 6 Tarse ; 7 Métatarse ; 8 Phalanges.

Ce membre se caractérise par la longueur et le redressement du pied, qui prouvent que l'animal doit être bon coureur et bon sauteur.

Carnassier : qui se nourrit de chair crue.
Digitigrade : qui se déplace sur les doigts.
Plantigrade : qui marche sur la plante des pieds.

planche 15



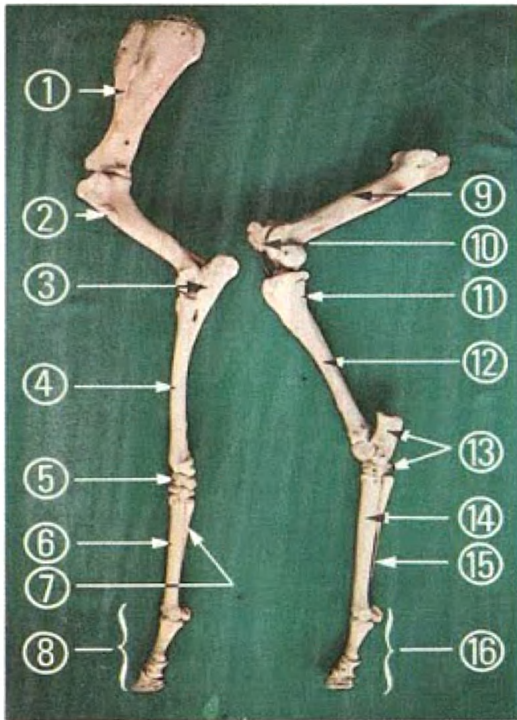
Que représentent les dessins A, B, C, D, E ?
 Essayez d'en rétablir la légende de mémoire.
 Quels sont les caractères du membre dessiné en E ?

16/ Les Mammifères végétariens face aux carnassiers



1 Antilope fuyant. Certaines espèces peuvent atteindre la vitesse de 80 km à l'heure !

Les végétariens, proies toutes désignées pour les carnassiers, sont cependant nombreux dans la nature. Sans doute peuvent-ils échapper à leurs ennemis par la fuite (fig. 1), et peut-être aussi se défendre.



2 Squelette du membre antérieur et du membre postérieur du Cheval. 1. Omoplate. 2. Humérus. 3. Cubitus réduit. 4. Radius. 5. Carpe. 6. Os canon (métacarpien). 7. Stylets (métacarpiens réduits). 8. Phalanges. 9. Fémur. 10. Rotule. 11. Péroné réduit. 12. Tibia. 13. Tarse. 14. Os canon (métatarsien). 15. Stylets (métatarsiens réduits). 16. Phalanges.

1/ Locomotion des végétariens

a/ La locomotion du Cheval, de la Vache et du Sanglier — Aptitude à la course

La comparaison des membres du Cheval (fig. 2 et 3) avec ceux de la Vache (fig. 1, p. 110 et fig. 4) et du Sanglier (fig. 11, p. 115 et fig. 5) nous conduit aux conclusions suivantes :

a) Leurs membres reposent sur le sol par des ongles transformés en sabots (un chez le Cheval, deux chez la Vache, quatre chez le Sanglier) : ce sont des **Ongulés**.

Au cours de la course ou de la marche, ils ne touchent le sol que par leurs sabots : ce sont des **onguligrades**.

b) Leurs mains et leurs pieds sont complètement redressés ; de ce fait, leurs membres sont longs et ils effectuent de grandes foulées.

Chez le Cheval (fig. 2), caractérisé par son aptitude à la course, l'allongement est dû à celui des métacarpiens et des métatarsiens ; ceux-ci sont réduits à un seul os, l'**os canon**, flanqué de **deux stylets** représentant des métacarpiens et des métatarsiens très réduits.



A



B



C

3 Cheval A au repos, B au trot, C au galop.

Les Mammifères végétariens face aux carnassiers



4 Squelette de la « main » de la Vache.



5 Squelette de la « main » du Sanglier.

c) Le bras et la cuisse, unis au tronc, ont des mouvements peu étendus, alors que le reste du membre effectue des mouvements de balancier d'arrière en avant et d'avant en arrière. De tels mouvements sont facilités par le fait que le cubitus (fig. 3) est réduit et soudé au radius, et que le péroné, peu développé, est soudé au tibia : la rigidité est parfaite.

Chez le Cheval (fig. 2 et 3), on notera l'importance des mouvements de flexion de la main et du pied, doigt compris, ce qui donne beaucoup de souplesse à la démarche et amortit les heurts avec le sol.

Remarque. De ces trois animaux, le Cheval est le mieux adapté à la course : ses membres sont plus longs et n'ont qu'un seul doigt, alors que la Vache en possède deux (fig. 4) et le Sanglier quatre (fig. 5). Toutefois, chez ce dernier, les doigts latéraux ne touchent le sol qu'en terrain mou.

Chez les gros Mammifères, l'**aptitude à la course** se traduit donc par un redressement des mains et des pieds, un allongement des membres, la réduction du nombre des doigts et le développement de la musculature.

b/ La locomotion du Lapin de garenne — Aptitude au saut

Au repos (fig. 6), le Lapin repose sur le sol par les doigts de ses pattes antérieures et par le pied, qui est très long. Les pattes postérieures

6 Lapin au repos.



sont repliées en Z. Les pattes antérieures sont courtes.

Qu'il se déplace tranquillement ou prenne la fuite, le Lapin, comme le Lièvre (fig. 7), progresse par bonds grâce à la détente des membres postérieurs puissamment musclés. Les pattes antérieures sont les premières à prendre contact avec le sol à la fin de chaque bond.

La comparaison avec le Chat (chap. 15) permet de dire que l'**aptitude au saut** se caractérise par l'allongement du membre postérieur, en particulier du pied, sa disposition en Z au repos, la puissance de la musculature.

Remarque. On retrouve la même adaptation au saut chez le Kangourou (fig. 4, p. 141) qui se déplace très vite, par bonds.



7 Lièvre reprenant contact avec le sol après un bond.

2/ Autres moyens de défense des végétariens

Les végétariens sont doués d'une ouïe fine et d'un odorat développé qui leur permet d'éventer leurs ennemis et de fuir à temps. Mais ils possèdent d'autres moyens de défense que la fuite pure et simple.

Nous savons déjà que les canines du Sanglier sont des armes redoutables. Il en est de même des cornes des Bovidés et des sabots des Ongulés : les ruades du Cheval sont très dangereuses.

Le fait de vivre en troupeau (Bisons, Antilopes...) constitue une protection, car les carnassiers ne s'attaquent en général qu'aux animaux isolés.

Le pelage des végétariens leur sert parfois de camouflage. Ainsi, le Lièvre échappe souvent à la vue de ses ennemis quand il se cache dans les herbes sèches ou les terres labourées.

Certains Rongeurs, comme les Lapins de garenne, les Marmottes, trouvent refuge et protection dans des terriers présentant plusieurs issues. Chez les Marmottes (fig. 8), un individu joue le rôle de guetteur et pousse des sifflements stridents au moindre danger.

8 Marmotte aux aguets.



Les Mammifères végétariens face aux carnassiers

Conclusion

Les Mammifères végétariens constituent l'essentiel de l'alimentation des carnassiers et, de ce fait, ils sont un maillon de la « chaîne alimentaire » entre les végétaux et ces derniers. Leurs sens développés, certains moyens de défense (cornes, sabots, couleur du pelage, vie en groupe, vie dans des terriers...), leur adaptation à la course ou au saut font qu'ils ne sont pas toujours des proies faciles.

Dessins A, B, C. — Schéma illustrant l'adaptation au saut chez l'Homme (A), le Chat (B) et le Lapin (C). Elle est plus parfaite chez le Chat et surtout chez le Lapin que chez l'Homme en raison de : l'allongement du pied, du plus grand pouvoir de flexion (en Z), des trois segments du membre, de la forte musculature. Tous ces caractères donnent plus d'importance à la détente.

Dessins D, E, F, G. — Schéma illustrant l'adaptation à la course chez l'Homme (E), le Chat (F) et le Cheval (G). Elle est plus parfaite chez le Chat et surtout chez le Cheval en raison de l'allongement et du redressement du pied, de la réduction du nombre des doigts.

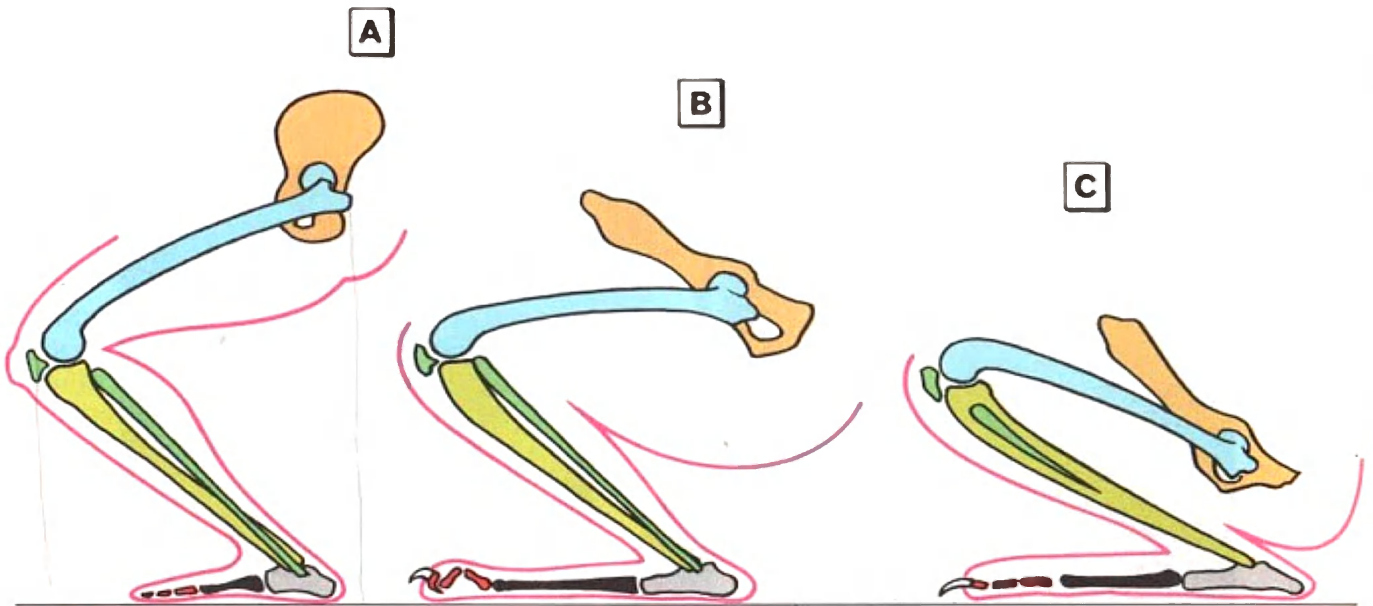
1 Os du bassin ; 2 Fémur ; 3 Rotule ; 4 Tibia ; 5 Péroné ; 6 Tarsiens ; 7 Métatarsiens ; 8 Phalanges ; 9 Griffes ; 10 Sabot ; 11 Stylet ; 12 Os canon.

Ongulé : animal dont les doigts sont terminés par un sabot.

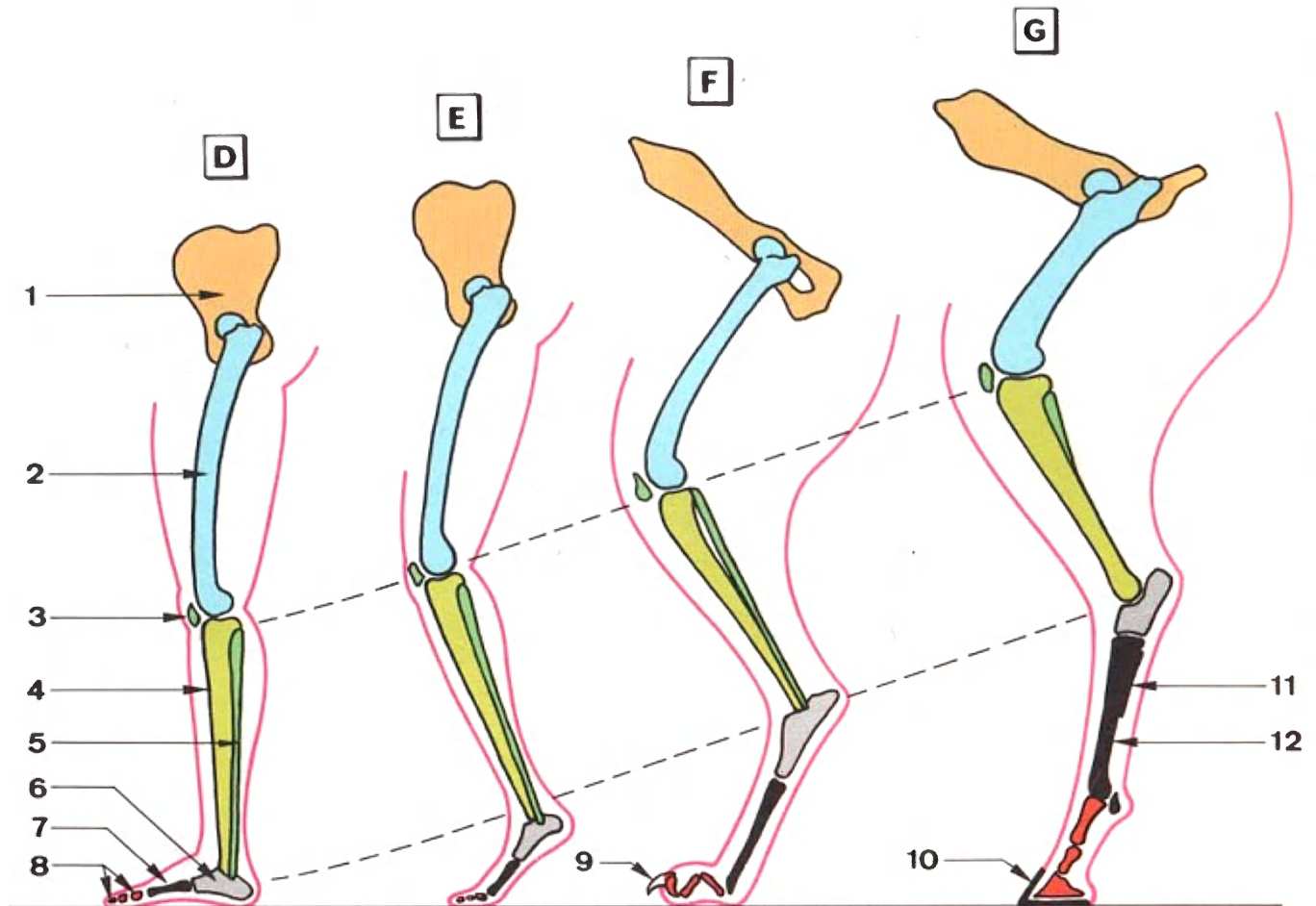
Onguligrade : qui se déplace sur des sabots.

Os canon : métacarpien ou métatarsien du Cheval.

planche 16



Que représente l'ensemble des dessins A, B, C et D, E, F, G ?
 Comparez ces dessins entre eux et essayez d'en tirer des conclusions. Rétablissez la légende en D, F, G.



17/ Les Mammifères qui vivent dans l'eau, sous terre, dans les airs



1 *Dauphin en train de sauter.*

En dehors du milieu terrestre, où ils sont nombreux, on trouve des Mammifères dans l'eau, sous terre et dans les airs. Ces milieux étant très différents, les animaux qui y vivent vont présenter des particularités remarquables.

1/ Les Mammifères vivant dans l'eau

Certains Mammifères, comme la Loutre (fig. 10, p. 123), le Castor, le Phoque, l'Otarie (fig. 2), font de fréquents séjours dans l'eau; d'autres, comme les Dauphins (fig. 1), les Baleines, y vivent en permanence. Quels sont leurs caractères ?

a/ Caractères liés à la locomotion aquatique

Forme du corps

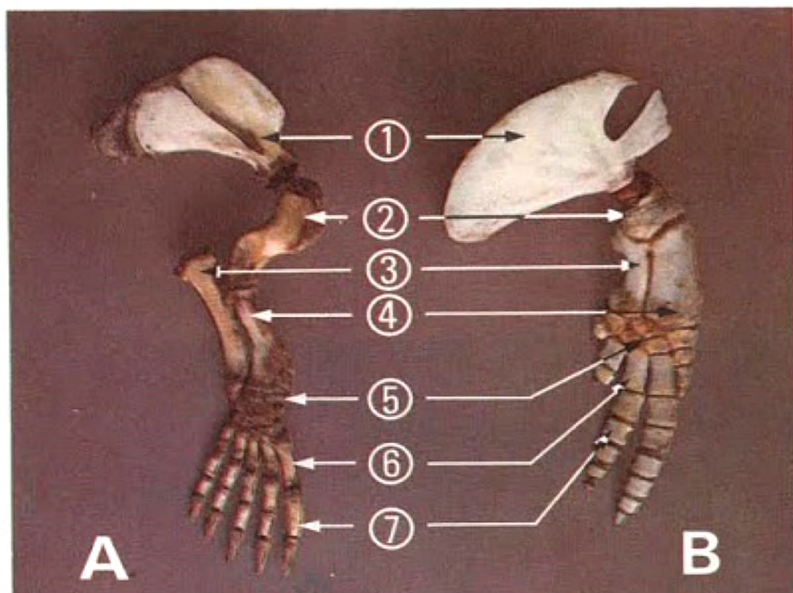
D'une façon générale, le corps est allongé ; il est même en forme de fuseau chez le Dauphin, où le cou est complètement effacé ; son contour est dû en grande partie à la graisse située sous la peau. Cette graisse a aussi un rôle isolant.

On remarquera les caractères suivants :

- les pavillons des oreilles sont petits ou absents ;
- les narines et les oreilles s'obstruent pendant la plongée ;
- les poils sont courts, serrés, dirigés vers l'arrière, et parfois très rares, comme chez la Baleine.



2 Otarie se prélassant.



3 Squelette du membre antérieur du Phoque (A) et du Dauphin (B). 1. Omoplate. 2. Humérus. 3. Cubitus. 4. Radius. 5. Carpe. 6. Métacarpe. 7. Phalanges.

Les membres

Ceux de la Loutre et du Castor sont courts et une palmure relie les doigts. Les membres des Phoques, des Otaries, du Dauphin ont la forme de nageoires. Mais c'est la queue qui est l'organe propulseur principal ; elle est aidée dans son travail par les membres postérieurs ou par des replis de la peau, chez le Dauphin par exemple.

Le squelette des membres antérieurs (fig. 3 et 7) possède les mêmes os que celui des Mammifères terrestres, mais les os du bras et de l'avant-bras sont courts, larges et plats ; de plus, chez le Dauphin, les phalanges sont nombreuses.

Remarque. Un repli dorsal de la peau, l'aïeron, augmente la ressemblance du Dauphin avec les Poissons.

4 Denture du Dauphin.



b/ Caractères liés à la nutrition dans l'eau

La mastication étant impossible dans l'eau, le Dauphin (fig. 4) possède des dents toutes semblables qui servent uniquement à saisir les proies.

Chez la Baleine, il n'y a pas de dents mais des **fanons**, sortes de lames qui forment un filtre capable de retenir les petites proies dont elle se nourrit.

c/ La respiration

La respiration étant pulmonaire, l'immersion ne dure en général pas plus de deux minutes, sauf pour le Cachalot et la Baleine chez qui elle peut durer trois quarts d'heure (leurs poumons ont une capacité de 4 m³).

2/ Un Mammifère vivant sous terre : la Taupe

Certains Rongeurs creusent des terriers dans lesquels ils dorment et élèvent leurs petits, mais ils ne vivent pas en permanence sous terre comme la Taupe.

a/ Caractères liés au déplacement sous terre

La Taupe (fig. 5) a un tronc cylindrique, une tête conique, sans cou apparent, qui se prolonge par un groin. Des poils courts et serrés protègent le corps contre le froid et l'humidité. Les yeux, très petits, sont cachés sous les poils, les oreilles n'ont pas de pavillon. Deux replis de peau protègent la bouche, située sur la face ventrale (fig. 6).

Les membres sont accolés au tronc, à l'exception de la main. Celle-ci (fig. 8) possède une paume large et des doigts courts munis d'ongles longs et plats : elle joue le rôle d'une pelle. Le groin contribue au fouissage. Le squelette du membre antérieur (fig. 7) montre le raccourcissement du bras et de l'avant-bras, articulé à angle droit, et la présence d'une lame osseuse qui élargit la main.

8 Taupe de face. Observez la disposition des mains.

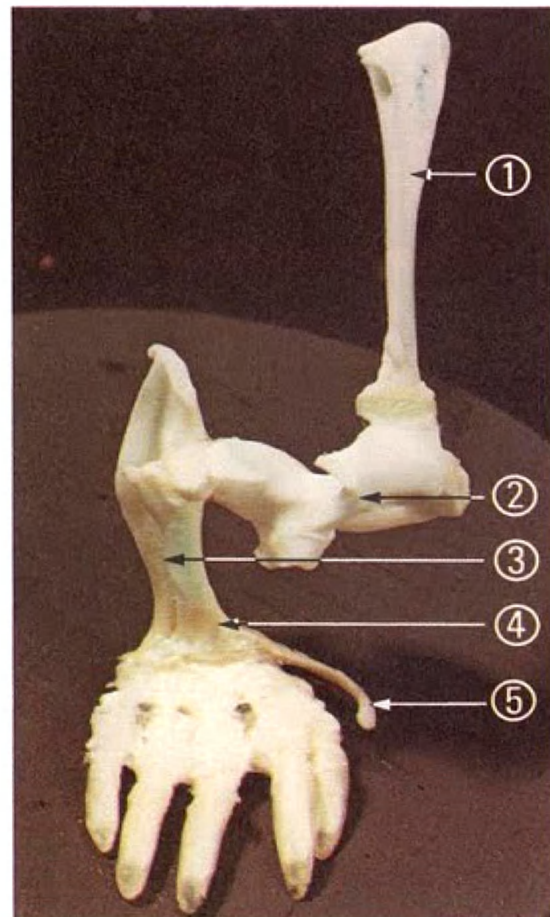


5 Taupe hors de son terrier, ce qui est rare !



6 Tête de Taupe vue par sa face ventrale. Remarquez les replis de peau (1) qui protègent la bouche.

7 Squelette du membre antérieur de la Taupe. 1. Omoplate. 2. Humérus. 3. Cubitus. 4. Radius. 5. Lame osseuse.





9 Tête osseuse de la Taupe.

b/ Nutrition

Aveugle, mais douée d'une ouïe fine et d'un odorat développé, la Taupe chasse des Vers, des Insectes ou leurs larves : c'est un **Insectivore**. Ses mâchoires (fig. 9) portent des dents pointues ou hérissées de pointes qui brisent la dure carapace des Insectes.

Remarque. Elle coupe les racines en creusant ses galeries, mais elle ne les mange pas.

La Taupe, par la forme de son corps, la position de sa bouche, par ses yeux et ses oreilles et surtout par la forme de ses membres antérieurs, est adaptée au fouissage et à la vie souterraine. Sa denture est adaptée au régime insectivore.

3/ Des Mammifères vivant dans les airs : les Chauves-Souris

Les Chauves-Souris (fig. 10), seuls Mammifères capables de voler, sont des animaux à activité nocturne. Les espèces de notre pays sont très utiles, car elles se nourrissent uniquement d'Insectes.

10 Chauve-Souris en vol.



Les Mammifères qui vivent dans l'eau, sous terre, dans les airs



11 Roussette ailes déployées.

a/ Le vol

Il est silencieux, rapide, fait de battements des ailes : c'est un **vol battu**. L'aile est d'abord pliée, puis soulevée au-dessus du corps et largement étalée, enfin brusquement abaissée dans un mouvement qui la porte en avant puis en arrière.

L'aile (fig. 11), formée d'une mince membrane sans poils, est soutenue par le membre antérieur et en particulier par les doigts qui, à l'exception du pouce, sont très longs.

Les muscles du vol, très puissants, s'insèrent sur une lame osseuse du sternum : le **bréchet**. Dans l'obscurité, la Chauve-Souris évite les obstacles en émettant des ultra-sons, c'est-à-dire des sons trop aigus pour que notre oreille puisse les entendre. Ils se réfléchissent sur les obstacles et leurs échos sont captés par des organes spéciaux situés devant l'oreille (fig. 12) ou en avant du nez (fig. 13). La durée du trajet aller-retour des ultra-sons renseigne l'animal sur la distance des obstacles.

b/ Autres particularités

Le jour, les Chauves-Souris se reposent, accrochées la tête en bas dans un lieu obscur, le corps drapé dans les ailes (fig. 14).

Sensibles au froid et à la déshydratation, elles émigrent vers des pays plus chauds avant l'hiver, ou s'endorment pendant plusieurs mois dans un endroit abrité et humide, une grotte par exemple.

Remarque. Toutes les Chauves-Souris ne se nourrissent pas d'insectes. Ainsi, les Roussettes, grandes Chauves-Souris d'Asie et d'Afrique, se nourrissent de fruits, et les Vampires, qui vivent en Amérique tropicale, se nourrissent occasionnellement du sang des Mammifères. L'envergure des Vampires est de 20 cm environ.



12 Tête d'Oreillard.
Remarquez les oreillons qui captent les ultra-sons.



13 Tête de Rhinolophe.
Remarquez l'appendice nasal qui capte les ultra-sons.



14 Chauve-Souris au repos.

Conclusion

La vie dans le milieu aquatique, sous terre ou dans les airs, est possible pour certains Mammifères, qui présentent alors des modifications de la forme du corps et des membres :

- les Mammifères aquatiques ont un corps allongé et des membres transformés en nageoires ;
- les Mammifères vivant sous terre ont un corps cylindrique et des membres adaptés au fouissage ;
- les Mammifères qui vivent dans les airs ont leur membre antérieur transformé en aile et des muscles pectoraux puissants.

Bréchet : lame osseuse portée par le sternum et sur laquelle s'attachent les muscles du vol.
Fanons : lames cornées qui garnissent la bouche des Baleines.

Insectivore : qui se nourrit d'insectes.

Muscles pectoraux : muscles de la poitrine, particulièrement puissants chez les Mammifères volants.

Ultra-sons : sons très aigus inaudibles pour l'oreille humaine.

Dessin A. — Squelette de la Chauve-Souris :

1 Tête ; 2 Colonne vertébrale ; 3 Bréchet ; 4 Bassin ; 5 Fémur ; 6 Rotule ; 7 Tibia ; 8 Péroné ; 9 Éperon ; 10 Queue ; 11 Pied ; 12 Griffes ; 13 Clavicule ; 14 Omoplate ; 15 Humérus ; 16 Cubitus ; 17 Radius ; 18 Carpe ; 19 Pouce ; 20 Métacarpe ; 21 Phalange ; 22 Membrane.

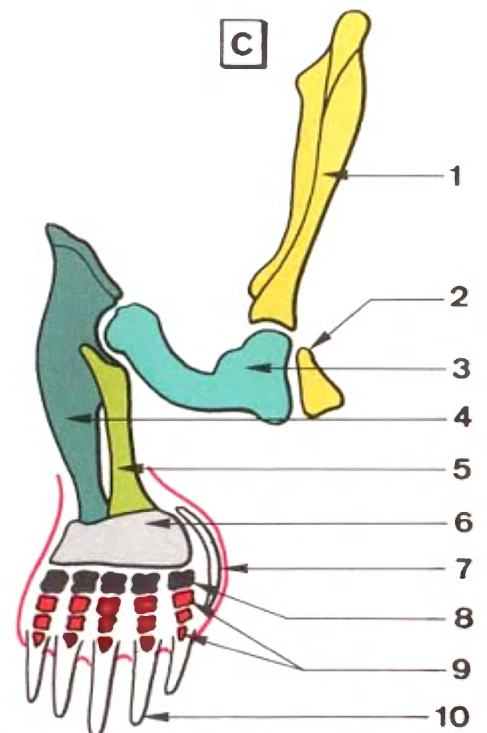
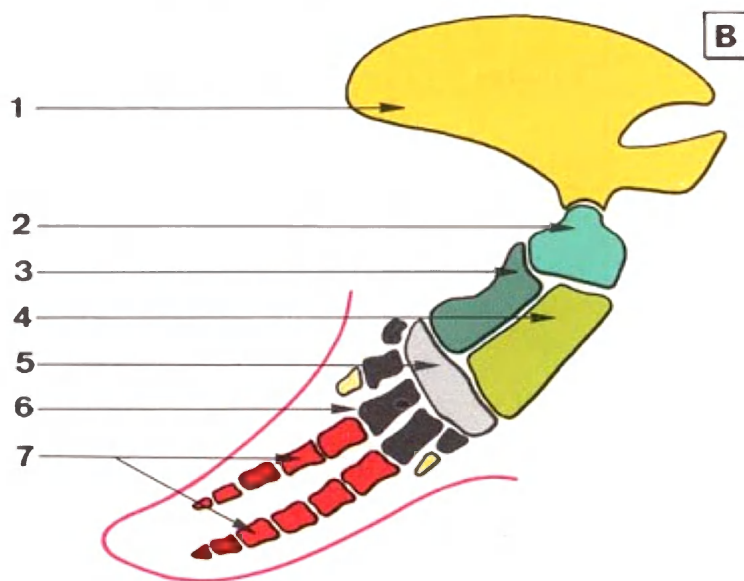
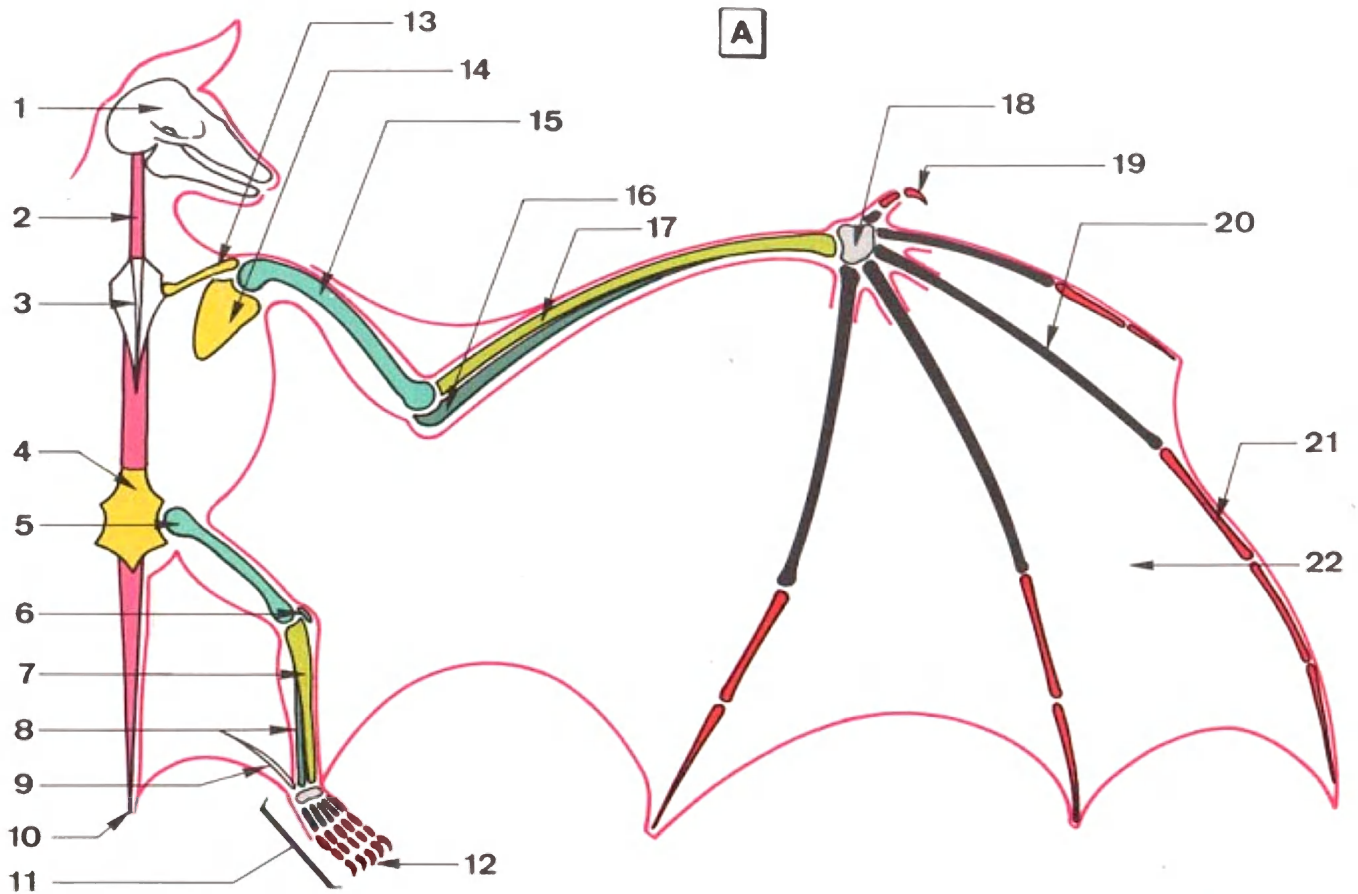
Dessin B. — Squelette du membre antérieur droit du Dauphin :

1 Omoplate ; 2 Humérus ; 3 Cubitus ; 4 Radius ; 5 Carpe ; 6 Métacarpe ; 7 Phalanges.

Dessin C. — Squelette du membre antérieur droit de la Taupe :

1 Omoplate ; 2 Clavicule ; 3 Humérus ; 4 Cubitus ; 5 Radius ; 6 Carpe ; 7 lame osseuse ; 8 Métacarpe ; 9 Phalanges ; 10 Ongles.

planche 17



Titrez ces dessins et essayez d'en rétablir la légende de mémoire.
Comparez les dessins B et C aux photographies correspondantes.

CLASSIFICATION SIMPLIFIÉE DES MAMMIFÈRES

CARACTÈRES DISTINCTIFS	ORDRES	SOUS-ORDRES	TYPES
I. PONDENT DES ŒUFS	Monotrèmes		Ornithorynque, Échidné
II. VIVIPARES			
A. Jeunes dont le développement s'achève, après la naissance, dans une poche ventrale de la mère.	Marsupiaux		Kangourou, Koala
B. Jeunes dont le développement est achevé à la naissance.			
1. MEMBRES EN NAGEOIRES	Pinnipèdes Cétacés		Phoque, Otarie Baleine, Dauphin
a) Des membres postérieurs, pas de nageoire caudale.			
b) Pas de membres postérieurs, une nageoire caudale.			
2. QUATRE MEMBRES ONGULÉS (sabots)	Ongulés		
a) Un nombre pair de doigts :			
● deux doigts, estomac à plusieurs poches		Camélidés	Chameau, Lama
— pas de cornes,		Girafidés	Girafe, Okapi
— cornes recouvertes par la peau,		Cavicornes	Bœuf, Bison, Mouton, Chèvre, Antilope
— cornes creuses persistantes,			
— cornes pleines caduques.		Cervidés	Cerf, Chevreuil, Renne, Daim
● Quatre doigts, estomac simple		Porcins	Porc, Sanglier, Hippopotame
b) Nombre impair de doigts, estomac simple :			
● un doigt		Équidés	Cheval, Ane, Zèbre
● trois doigts		Rhinocérocides	Rhinocéros, Tapir
● cinq doigts, une trompe		Éléphants	Éléphants (Afrique, Asie)
3. QUATRE MEMBRES ONGUICULÉS (griffes)			
a) Denture incomplète ou nulle	Rongeurs		Lapin, Lièvre, Écureuil, Rat, Souris, Mulot, Marmotte
● pas de canines			
● pas d'incisives	Édentés		Fourmilier, Paresseux
b) Denture complète	Carnivores		
● pouce non opposable		Félidés	Chat, Tigre, Lion
— canines développées		Canidés	Chien, Loup, Renard
+ digitigrades		Mustélidés	Martre, Belette, Hermine, Blaireau
griffes rétractiles		Hyénidés	Hyène, Chacal
griffes non rétractiles		Ursidés	Ours, Raton laveur
colonne vertébrale en S	Insectivores		Taupe, Hérisson
pattes avant hautes	Chauves-Souris		Rhinolophe
+ plantigrades	Primates		
— dents pointues ou hérissées de pointes		Lémuriens	Maki
— ailes		Simiens	Chimpanzé, Gibbon
● pouce opposable		Hominiens	Homme
— mamelles pectorales et ventrales			
— mamelles pectorales			
station quadrupède ou bipède imparfaite			
station toujours bipède			



1 Échidné.



2 Koala.



3 Ornithorynque.

4 Kangourou.



La classe des Mammifères

Comme nous l'avons vu (chap. 5), on donne le nom de Mammifères à tous les Vertébrés qui ont :

- un corps couvert de poils, dont la température est constante ;
- des mamelles produisant le lait dont ils nourrissent leurs petits.

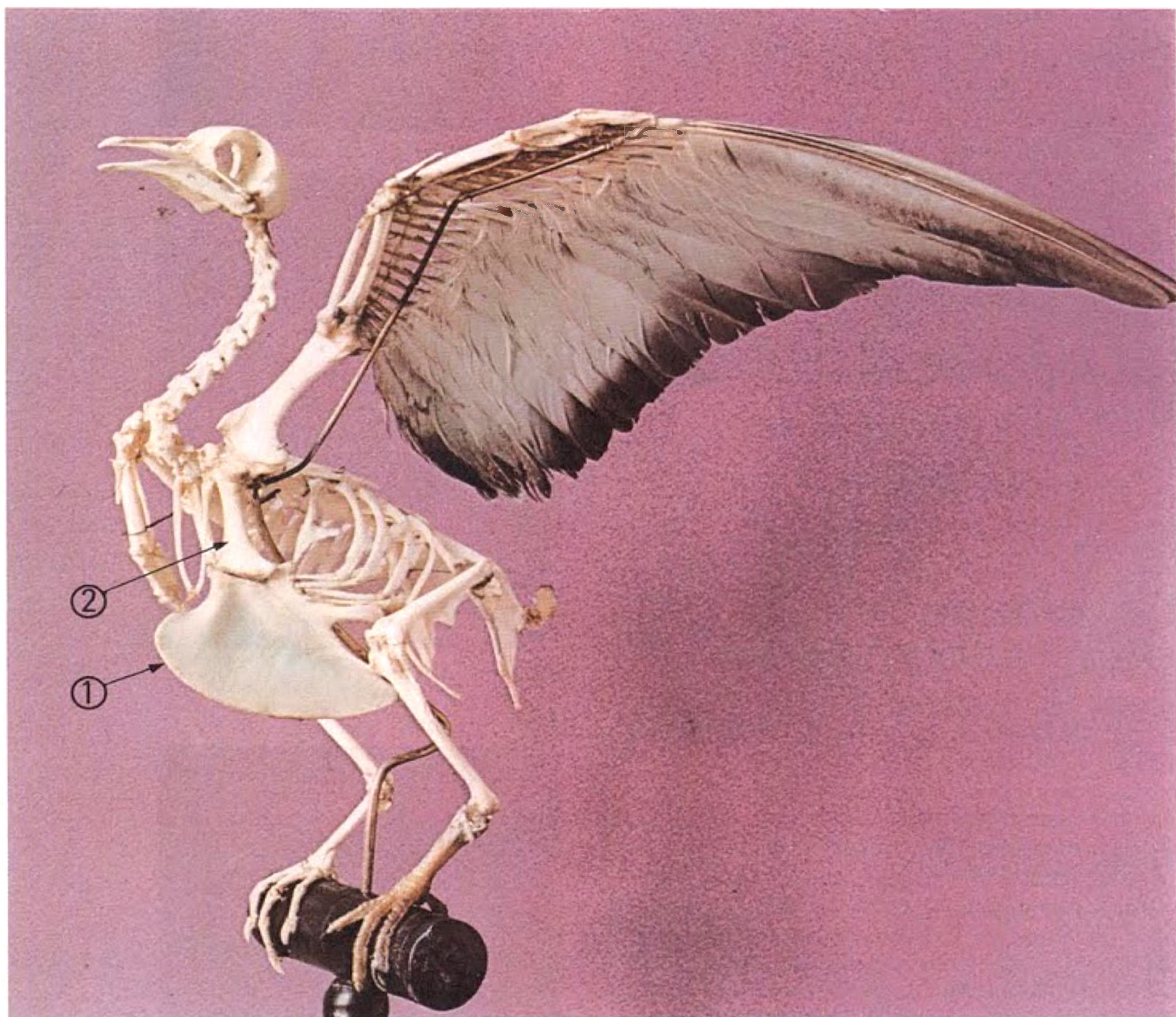
Tous les Mammifères sont vivipares et mettent au monde des petits complètement développés, exception faite pour l'Échidné (fig. 1) et l'Ornithorynque (fig. 3), qui pondent des œufs, pour le Koala (fig. 2) et le Kangourou (fig. 4), dont le développement des petits s'achève dans la poche ventrale de la mère.

Comme vous avez pu le constater, les différences entre les Mammifères portent essentiellement sur :

- le régime alimentaire et la denture ;
- les caractères des membres.

D'où le tableau ci-contre qui résume les grandes lignes de la classification des Mammifères.

18/ Les Oiseaux : comment se déplacent-ils ?



1 Squelette du Pigeon. Remarquez le bréchet (1) et l'os coracoïde (2).

Vous avez tous eu l'occasion de suivre des yeux les évolutions d'un Pigeon. Observons son comportement sur le sol et dans les airs.

1/ La marche et le perchage

a/ La marche

Au repos (fig. 2) ou quand il marche, le Pigeon se tient dressé sur deux pattes, les ailes repliées le long du corps : il a une **station bipède**. Reposant uniquement sur les doigts, il est donc **digitigrade**. La position écartée de ces derniers (trois doigts en avant, un en arrière) lui assure une bonne stabilité.

La patte est recouverte d'écailles cornées à sa partie inférieure et de plumes à sa partie supérieure. Enlevons les plumes. Nous voyons que la musculature est puissante et que le membre est plié en Z. S'il n'en était pas ainsi, le corps basculerait en avant. Mais cette disposition en Z explique que la marche est peu aisée.

Sur le squelette de la patte (fig. 1), on voit que :

- les métatarsiens forment un os unique qui est redressé ;
- les tarsiens sont invisibles, car soudés aux métatarsiens et au tibia ;
- un péroné réduit s'accroche au tibia ;
- le bassin est soudé aux vertèbres, ce qui forme un ensemble rigide.



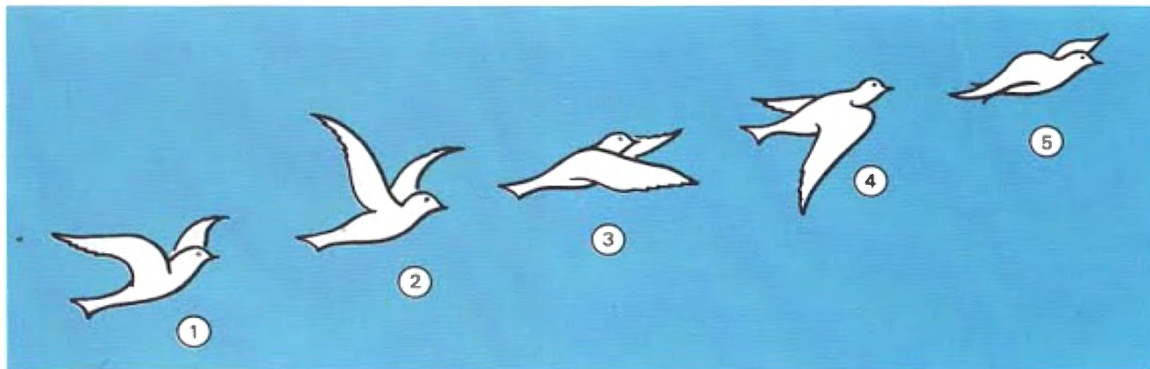
2 Pigeon.

b/ Le perchage

La disposition des doigts permet au Pigeon de saisir le support sur lequel il se perche. On remarquera aussi que plus il fléchit sur ses pattes, plus les doigts serrent le support. Il existe en effet un tendon qui part de la cuisse, passe sous les doigts (fig. 3) et les referme si l'on tire sur lui. Inversement, les doigts s'écartent quand le membre s'étend. On comprend pourquoi un Oiseau endormi ne tombe pas : sous le poids du corps, les pattes fléchissent et les doigts serrent le perchoir grâce à l'action du tendon.

3 Pattes du Pigeon disséquées en extension et en flexion.





4 Quelques phases du vol du Pigeon.

2/ Le vol

a/ Les différentes phases du vol

Elles sont bien connues grâce à la cinématographie.

L'envol ou essor

Il est dû à deux actions conjuguées :

- la détente des membres postérieurs, qui projette l'animal vers le haut ;
- les battements des ailes, qui frappent l'air à coups rapides.

Le vol proprement dit

On distingue :

- le **vol ramé** (fig. 4), dans lequel les mouvements de l'aile font penser à ceux d'une rame. En effet, les ailes, légèrement repliées, sont d'abord relevées et portées en avant, puis étalées et rabattues avec force vers l'arrière.

Dans ce vol, la vitesse peut atteindre de 50 à 100 km à l'heure, et cela sur de très grandes distances : le Pigeon est un excellent voilier.

- le **vol plané**, qui est pratiquement inexistant chez le Pigeon, mais fréquent chez les Rapaces et les Oiseaux de mer (fig. 5) qui évoluent, ailes largement étalées, en utilisant les courants d'air ascendants comme on le fait pour le vol à voile.

5 Vol plané de la Mouette.



L'atterrissage

Au cours de l'atterrissage, l'Oiseau freine son vol par des battements d'ailes rapides (fig. 6), tandis que les pattes, tendues en avant, amortissent la brutalité du contact avec le sol en se repliant.

b/ Les organes du vol

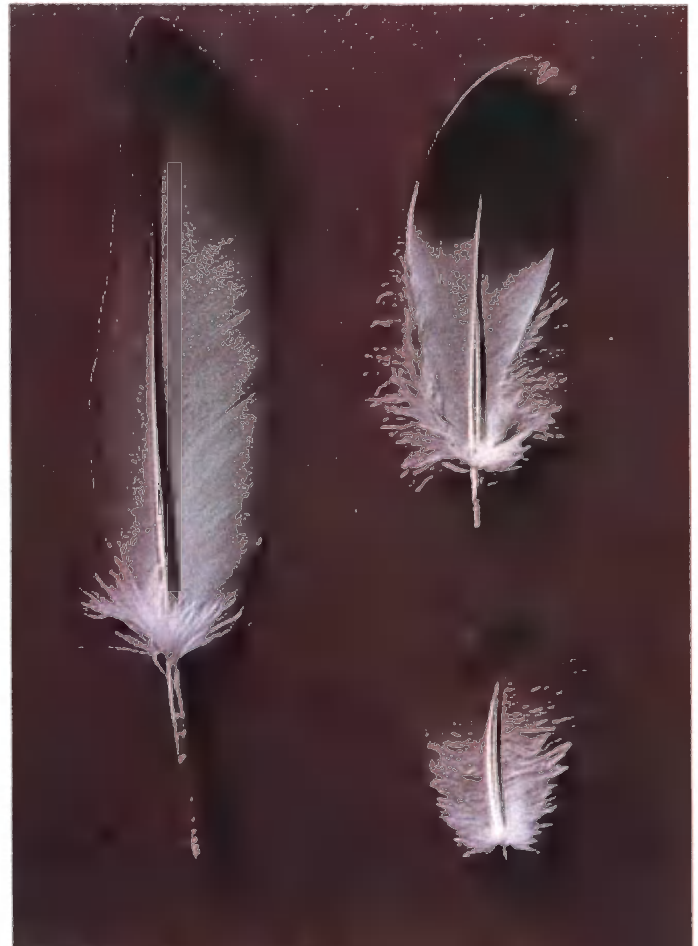
Les ailes et les plumes

Le membre antérieur est transformé en aile. Déplumées (fig. 9), les ailes apparaissent longues, plates et assez larges, d'autant plus qu'une peau est tendue dans l'angle du bras et de l'avant-bras. Leur surface est accrue par la présence de grandes plumes, les **pennes** (fig. 7), appelées ici **rémyges**, qui s'attachent sur l'avant-bras et la main.

Remarque. La queue porte aussi des pennes (fig. 7), appelées **rectrices**, car elles jouent un rôle important dans les changements de direction du vol.

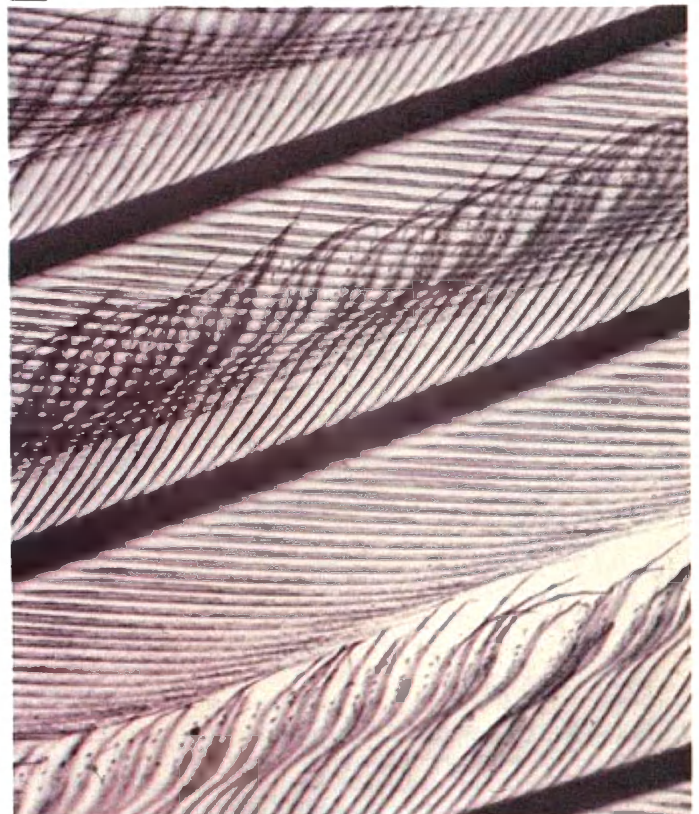
Les pennes (fig. 7) sont constituées d'un axe, la **hampe**, dont la base creuse, ou **tuyau**, est enfoncée dans la peau. La hampe porte des **barbes** accrochées les unes aux autres par des **barbules** munies de crochets et de dents (fig. 8). L'ensemble des barbes forme une lame légère, mais cependant résistante et imperméable à l'air.

6 Pigeons en train d'atterrir.



7 Penne et tectrices.

8 Barbes vues au microscope.



Les Oiseaux : comment se déplacent-ils ?

Exercice. Prenez un fémur de Lapin et un fémur de Pigeon, pesez-les, mesurez leurs volumes respectifs en les plongeant dans un récipient gradué contenant une quantité d'eau connue ; soit P et p , V et v leurs poids et leurs volumes respectifs. Comparez alors leur densité D et d

$$\left(D = \frac{P}{V} ; \quad d = \frac{p}{v} \right).$$

Remarque. La protection contre le froid est également assurée par le **duvet**, petites plumes très légères situées sous les tectrices. Leur rôle, très important du fait que les Oiseaux sont des Vertébrés à température constante élevée (plus de 40°), peut être mis en évidence à l'aide d'une expérience identique à celle faite pour montrer le rôle de la peau des Mammifères (voir p. 106).

Remarque. La solidité de la cage thoracique est encore accrue par la soudure des vertèbres dorsales et des vertèbres lombaires, et par le fait que les côtes s'appuient les unes sur les autres par une saillie osseuse.

Les os

L'examen du squelette de l'aile (fig. 1 et planche 18) montre que :

- la main comporte trois doigts atrophiés ; le carpe est réduit et en partie soudé aux deux métacarpiens, eux-mêmes soudés par leurs extrémités ;
- l'humérus, relativement court, s'articule sur un ensemble de trois os : l'**omoplate**, en forme de lame, l'**os coracoïde**, très robuste, la **clavicule**. Les deux clavicules, soudées vers l'avant, forment la fourchette.

Les muscles

Les muscles du vol (fig. 9), connus sous le nom de « blanc », chez le poulet, sont très développés.

Ils s'attachent, d'une part, sur l'humérus, et, d'autre part, sur une lame osseuse du sternum (fig. 1), le **bréchet**. On comprend alors le rôle de l'os coracoïde : c'est un véritable pilier qui s'oppose à l'écrasement de la cage thoracique lorsque les muscles se contractent.

c/ Particularités favorables au vol

On remarquera tout d'abord la forme aérodynamique du corps, qui doit son modelé aux plumes, les **tectrices**, qui le recouvrent. Celles-ci (fig. 7) ressemblent aux plumes, mais elles sont plus petites et présentent à leur base des barbes molles, libres entre elles, dites barbes de duvet.

Imperméables, disposées à la manière des tuiles d'un toit, elles protègent le corps de la pluie et du froid. Notons que les Oiseaux aquatiques augmentent l'imperméabilité de leurs plumes en les enduisant d'un liquide gras sécrété par des glandes.

On notera enfin l'extrême légèreté du squelette, qui est évidemment favorable au vol. La raison de cette légèreté est donnée plus loin (os pneumatiques).

3/ Les problèmes liés au vol

Les efforts musculaires fournis pendant le vol sont considérables. Ils entraînent la consommation d'une grande quantité d'aliments et d'oxygène, le tout s'accompagnant d'un important dégagement de chaleur qu'il faut éliminer. D'autre part, le problème de l'orientation en vol se pose. Comment ces problèmes sont-ils résolus ?

a/ La nutrition

Le Pigeon mange des graines : c'est un **grani-vore**. Il les avale sans les mâcher. Les graines s'accumulent dans une poche très dilatable, le **jabot** (fig. 10), où elles se ramollissent, puis passent dans l'estomac, où elles s'imprègnent de sucs digestifs, et arrivent dans le **gésier**. Cette poche, fortement musclée, broie les graines grâce aux petits cailloux qu'elle contient. La digestion se poursuit dans l'intestin, relativement long, qui se termine par un **cloaque** où aboutissent aussi les voies urinaires et le conduit des œufs.

b/ La respiration et la lutte contre l'échauffement

L'appareil respiratoire comprend deux poumons et plusieurs sacs à parois minces (voir planche 18), les **sacs aériens**, qui allègent le corps et contribuent, à la fois, à la respiration et au refroidissement. Des conduits partent de ces sacs vers les os, qui sont creusés de nombreuses cavités (**os pneumatiques**). Ce caractère explique la légèreté du squelette.

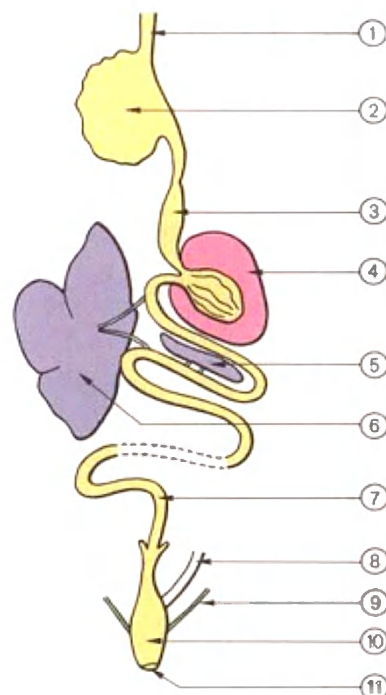
c/ L'orientation

Les Oiseaux ont un champ visuel très vaste et une vue très perçante, ce qui ne suffit pas à expliquer leur sens de l'orientation. On ne sait, en effet, comment le Pigeon retrouve le colombier dont il a été éloigné, ni comment les Oiseaux migrateurs trouvent le chemin des pays où ils passent la mauvaise saison.



9 Pigeon déplumé et partiellement disséqué afin de montrer l'aspect de l'aile et les muscles du vol. Notez le grand développement des muscles pectoraux.

Remarque. Certains Oiseaux sont insectivores, d'autres carnivores. La longueur de leur intestin est plus faible que celle du Pigeon. Nous avons déjà fait une constatation analogue sur les Mammifères.



10 Tube digestif du Pigeon et arrivées des conduits des œufs et de l'urine.

1. Œsophage.
2. Jabot.
3. Estomac.
4. Gésier.
5. Pancréas.
6. Foie.
7. Intestin.
8. Conduit des œufs.
9. Conduit urinaire.
10. Cloaque.
11. Orifice cloacal.

Les Oiseaux : comment se déplacent-ils ?

Conclusion

Le Pigeon, Vertébré à température constante, est remarquablement adapté au vol. En effet :

- les tectrices et le duvet donnent leur modelé au corps (forme aérodynamique) ; les rémiges transforment le membre antérieur en une rame légère, les rectrices transforment la queue en gouvernail ;
- la rigidité de la cage thoracique, le développement du bréchet sont en rapport avec la puissance des muscles du vol ;
- l'appareil respiratoire, par ses poumons, ses sacs aériens se ramifiant dans les os pneumatiques, assure une bonne ventilation, un bon refroidissement et l'allègement du corps ;
- le tube digestif, par son jabot extensible, son gésier musculeux, son long intestin, est bien adapté au régime granivore ;
- d'autre part, le Pigeon est un digitigrade bien adapté au perchage.

Aérodynamique (forme) : qui permet un bon déplacement dans l'air.

Cloaque : poche située à l'extrémité du tube digestif des Oiseaux, où aboutissent les excréments, l'urine et les œufs.

Duvet : plumes légères et douces.

Gésier : poche musculeuse du tube digestif des Oiseaux.

Jabot : poche souple et extensible du tube digestif des Oiseaux, où s'accumulent les aliments.

Os pneumatiques : os creusés de cavités remplies d'air.

Pennes : grandes plumes rigides.

Rectrices : penes de la queue servant de gouvernail.

Rémiges : plumes des ailes servant de rames.

Tectrices : plumes recouvrant le corps.

Dessin A. — Squelette du tronc et de l'aile du Pigeon vu de face :

1 Colonne vertébrale ; 2 Côte ; 3 Sternum ; 4 Bréchet ; 5 Muscles du vol ; 6 Clavicule ; 7 Os coracoïde ; 8 Omoplate ; 9 Humérus ; 10 Radius ; 11 Cubitus ; 12 Carpe ; 13 Métacarpe ; 14 Phalanges ; 15 Main ; 16 Avant-bras ; 17 Bras.

Dessin B. — Schéma de l'appareil respiratoire du Pigeon :

1 Trachée ; 2 Sacs aériens antérieurs ; 3 Poumon ; 4 Sacs aériens postérieurs ; 5 Os pneumatique ; 6 Bronches (poumon supposé vu en coupe).

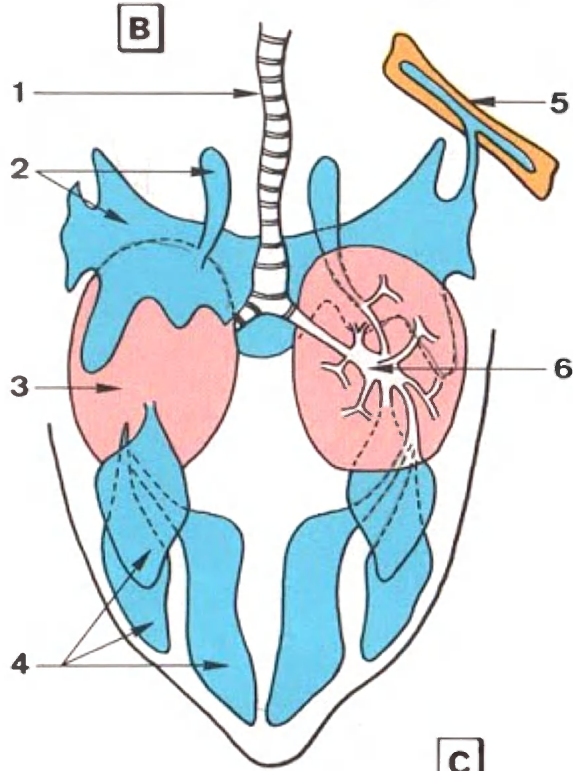
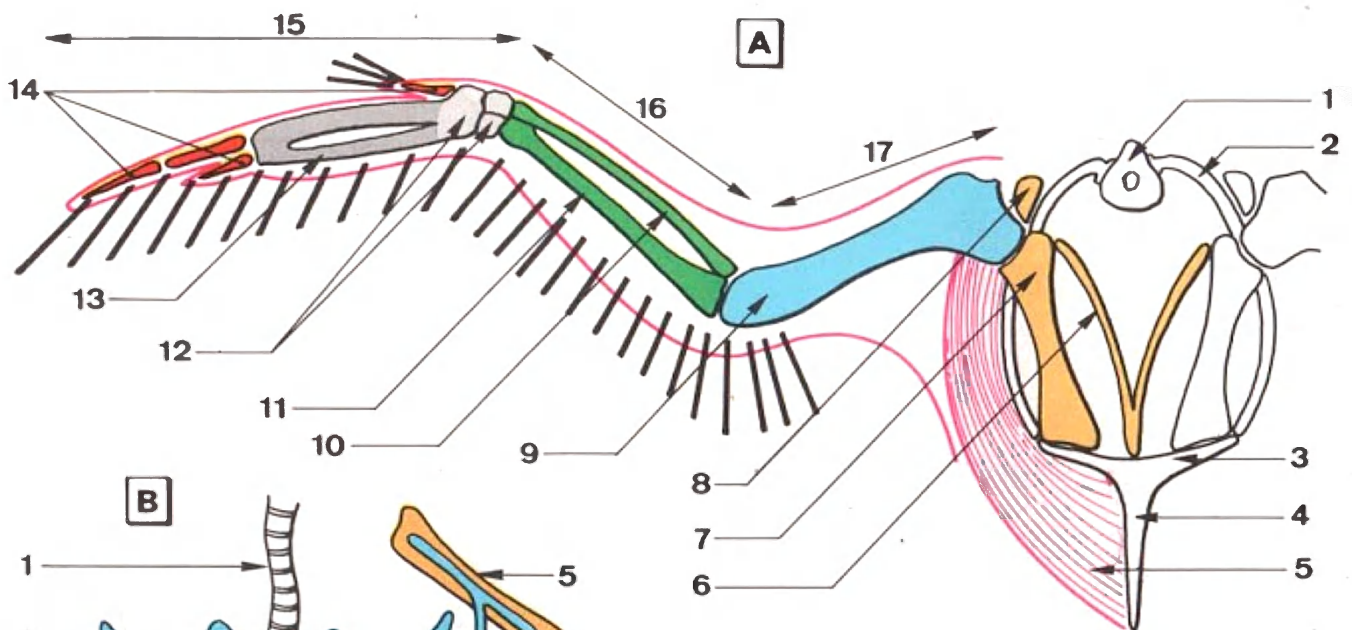
Dessin C. — Barbules vues au microscope (schéma) :

1 Barbe ; 2 Barbule à crochets ; 3 Barbule à dents.

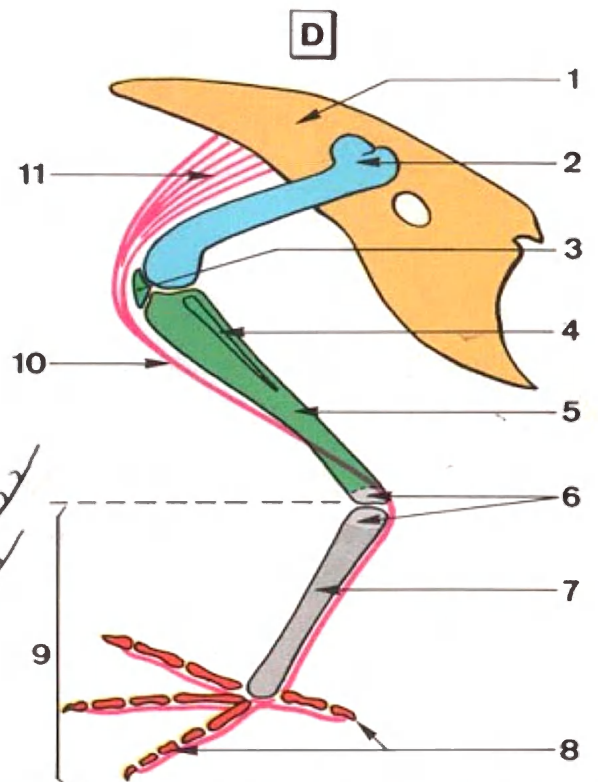
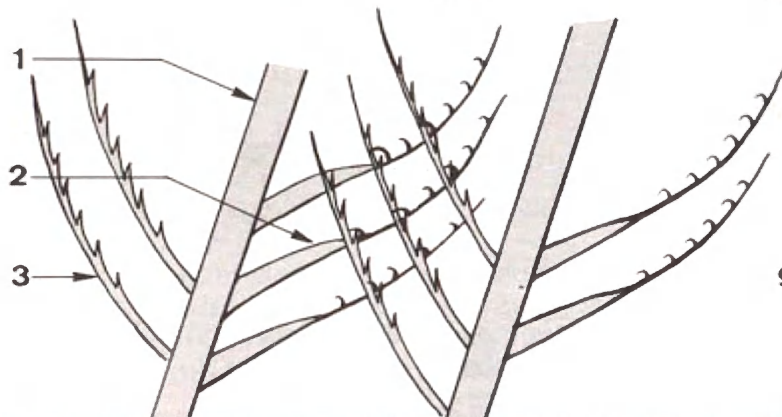
Dessin D. — Squelette du membre inférieur du Pigeon :

1 Bassin ; 2 Fémur ; 3 Rotule ; 4 Péroné ; 5 Tibia ; 6 Tarse ; 7 Tarso-métatarse ; 8 Phalanges ; 9 Pied ; 10 Ligament fléchisseur des doigts ; 11 Muscle fléchisseur.

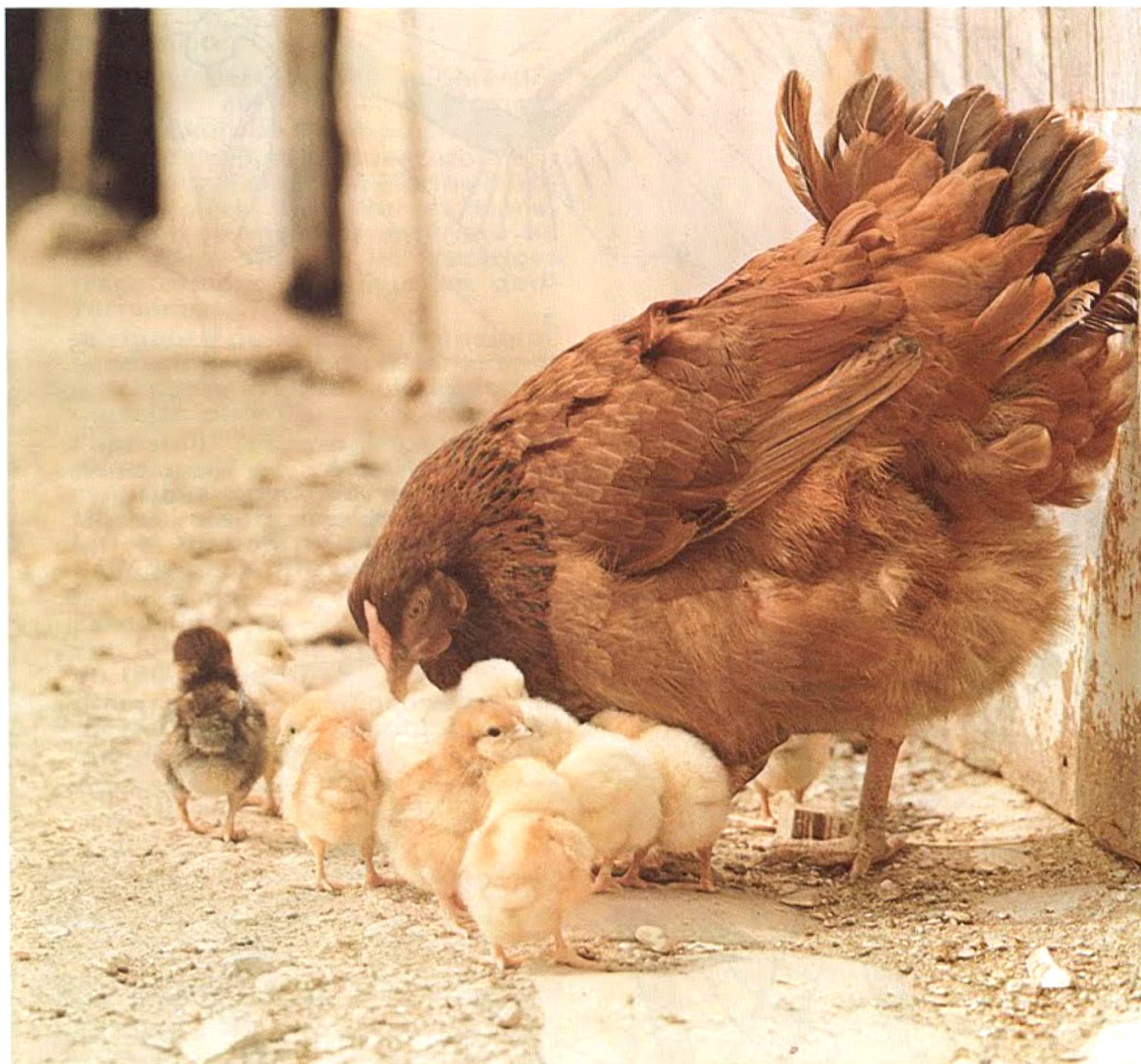
planche 18



Titrez ces dessins et rétablissez-en la légende. Comparez A, C et D aux photographies correspondantes.



19/ Les Oiseaux : comment se reproduisent-ils ?



1 Poule et ses poussins.

Vous savez que les Oiseaux pondent des œufs : ils sont ovipares. Mais qu'est-ce qu'un œuf ? Comment se développe-t-il ? Que devient l'Oiseau qui en sort ?

1/ Qu'est-ce qu'un œuf ?

a/ Structure d'un œuf

Ouvrons un œuf de Poule (fig. 2) ; on voit :

- une **coquille** finement poreuse qui fait effervescence sous l'action d'un acide : elle est calcaire ;
- **deux membranes** souples, bien visibles sur un œuf dur. Au gros bout de l'œuf, elles s'écartent en laissant un espace rempli d'air, la **chambre à air**, qui est d'autant plus grande que l'œuf est vieux ;
- une substance visqueuse incolore, l'**albumine**, qui coagule par la chaleur. C'est le blanc de l'œuf dur ;
- le **jaune**, masse sensiblement sphérique, suspendue dans le « blanc » par deux tortillons d'albumine. Sur le jaune, on voit un petit disque blanc, toujours orienté vers le haut : c'est le **germe**.

b/ Origine de l'œuf

Le jaune de l'œuf et le germe se sont formés dans l'ovaire de la Poule. En descendant dans le conduit des œufs, le jaune s'entoure du blanc, des membranes et de la coquille. L'expulsion se fait par le cloaque.

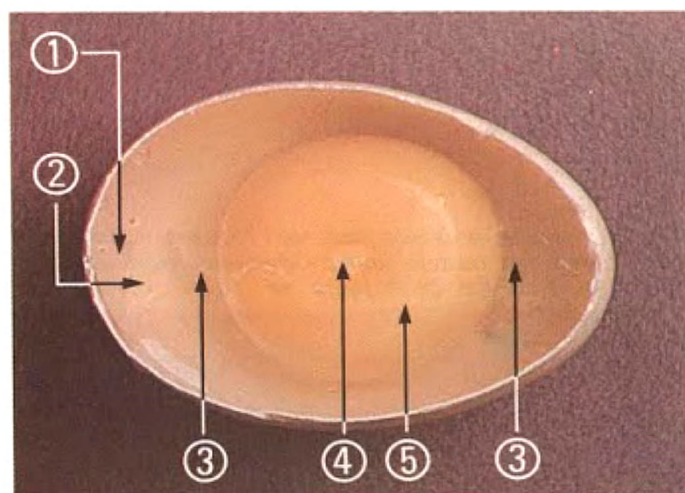
2/ Développement de l'œuf

a/ Conditions du développement

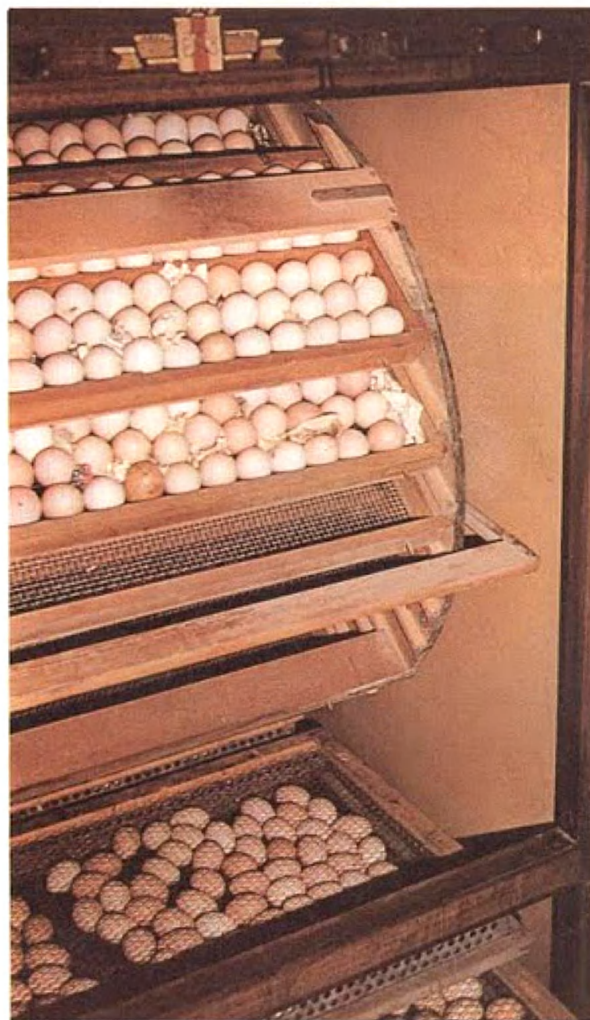
Le développement n'a lieu que si le germe provient de l'union d'une cellule femelle produite par l'ovaire de la Poule et d'une cellule mâle produite par le Coq.

Pour qu'un œuf donne un Poussin, il doit être couvé par la Poule, c'est-à-dire maintenu au chaud et dans une atmosphère assez humide pendant vingt et un jours : c'est l'**incubation**¹.

1. La durée de l'incubation n'est pas la même pour toutes les espèces.



2 Œuf ouvert. 1. Chambre à air. 2. Blanc (albumine). 3. Tortillon. 4. Germe. 5. Jaune.

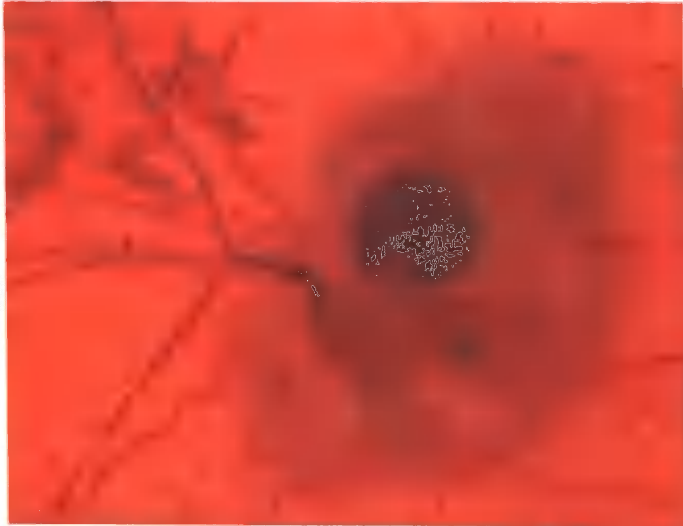


3 Incubateur industriel.

Remarque. Au cours de l'incubation, la Poule retourne les œufs de temps en temps avec son bec. Dans un incubateur, cela est réalisé mécaniquement. Faute de le faire, le poussin présenterait des malformations.

Les Oiseaux : comment se reproduisent-ils ?

4 Pendant les premiers jours de l'incubation, le germe s'étend sur tout le jaune. Développement de l'œuf de Poule, embryon de 6 jours. ▼



On réalise artificiellement l'incubation dans un incubateur (fig. 3), sorte d'armoire dont la température est constante (38°) et l'atmosphère humidifiée.

b/ Les étapes du développement

◆ Les premiers jours, le germe va s'étendre sur tout le jaune en une pellicule riche en vaisseaux sanguins (fig. 4). Le germe est donc la partie vivante de l'œuf.

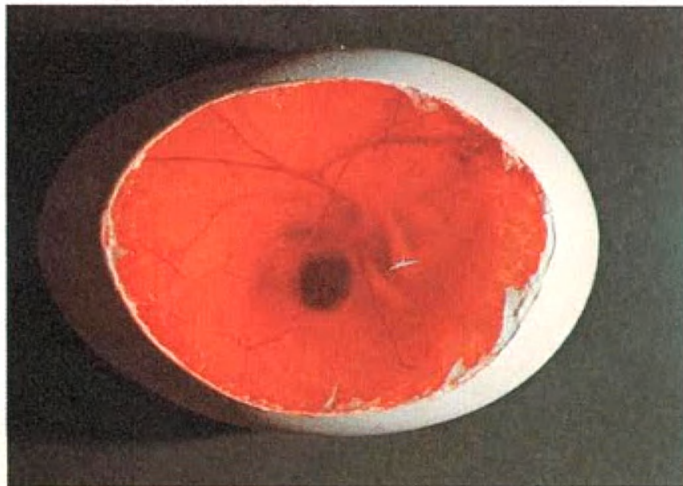
◆ Au bout de six jours (fig. 5), l'œuf contient un embryon en forme de virgule, dont on voit battre le cœur.

◆ Au bout de neuf jours, on peut reconnaître la tête, le tronc, les ailes, les pattes du futur Oiseau ; le jaune et le blanc sont moins abondants.

◆ Au dix-septième jour (fig. 6), le poussin, presque achevé, remplit tout l'œuf. La coquille est très amincie. Le blanc et le jaune, qui ont disparu, le calcaire de la coquille sont donc des réserves alimentaires qui assurent le développement de l'embryon.

◆ Au vingt et unième jour, le poussin brise la coquille au moyen d'une petite pointe dure, le **diamant**, que porte le bec. Une poussée casse alors la coquille (fig. 7).

5 Embryon de 9 jours. ▼



6 Dix-septième jour : le poussin est presque achevé. ▼



7 Poussin à l'éclosion.





8 Jeune Poussin quelques heures après l'éclosion.

3/ L'oiseau après l'éclosion

Après l'éclosion, il existe deux comportements suivant les espèces.

a/ Chez la Poule

Très vite, dès que leurs plumes sont sèches, les poussins (fig. 1 et 8) sont capables de marcher et de chercher seuls leur nourriture. Comme ils quittent le nid très tôt, on dit qu'ils sont **nidifuges**.

Toutefois ils reviennent souvent sous l'aile de leur mère où ils trouvent chaleur et protection.

D'une façon générale, les Oiseaux qui nidifient au sol ont des petits nidifuges.

b/ Chez le Pigeon

A l'éclosion, les petits (fig. 9) sont chétifs, aveugles, incapables de se déplacer et de se nourrir ; ils n'ont presque pas de plumes. Ils restent au nid pendant un mois environ jusqu'à ce qu'ils soient capables de voler : ils sont **nidicoles**. Pendant cette période, les parents les réchauffent et les nourrissent.



9 Jeune Pigeon dans son nid.

Les Oiseaux : comment se reproduisent-ils ?

Conclusion

Les Oiseaux sont ovipares. Leurs œufs, protégés par une coquille calcaire, contiennent d'abondantes réserves (blanc et jaune) grâce auxquelles le germe se développera, s'il résulte de l'union d'une cellule femelle et d'une cellule mâle ; l'œuf doit être couvé.

Dès leur naissance, certains Oiseaux peuvent marcher et se nourrir (Oiseaux nidifuges) ; d'autres sont incomplètement développés et restent au nid pendant un temps plus ou moins long (Oiseaux nidicoles).

Albumine : substance coagulable par la chaleur et constituant le blanc d'œuf.

Diamant : pointe calcaire, dure, située sur le bec du poussin, et avec laquelle il brise la coquille lors de l'éclosion.

Incubation : action de couvrir les œufs.

Nidicoles : se dit des Oiseaux qui naissent incomplètement développés et ne quittent pas leur nid dès la naissance.

Nidifuges : se dit des Oiseaux qui dès leur naissance sont capables de se déplacer, de se nourrir et peuvent quitter le nid.

Ovipare : qui pond des œufs.

Dessin A. — L'œuf de Poule :

1 Coquille ; 2 Blanc ; 3 Jaune ; 4 Germe ; 5 Tortillon ; 6 Chambre à air ; 7 Membranes.

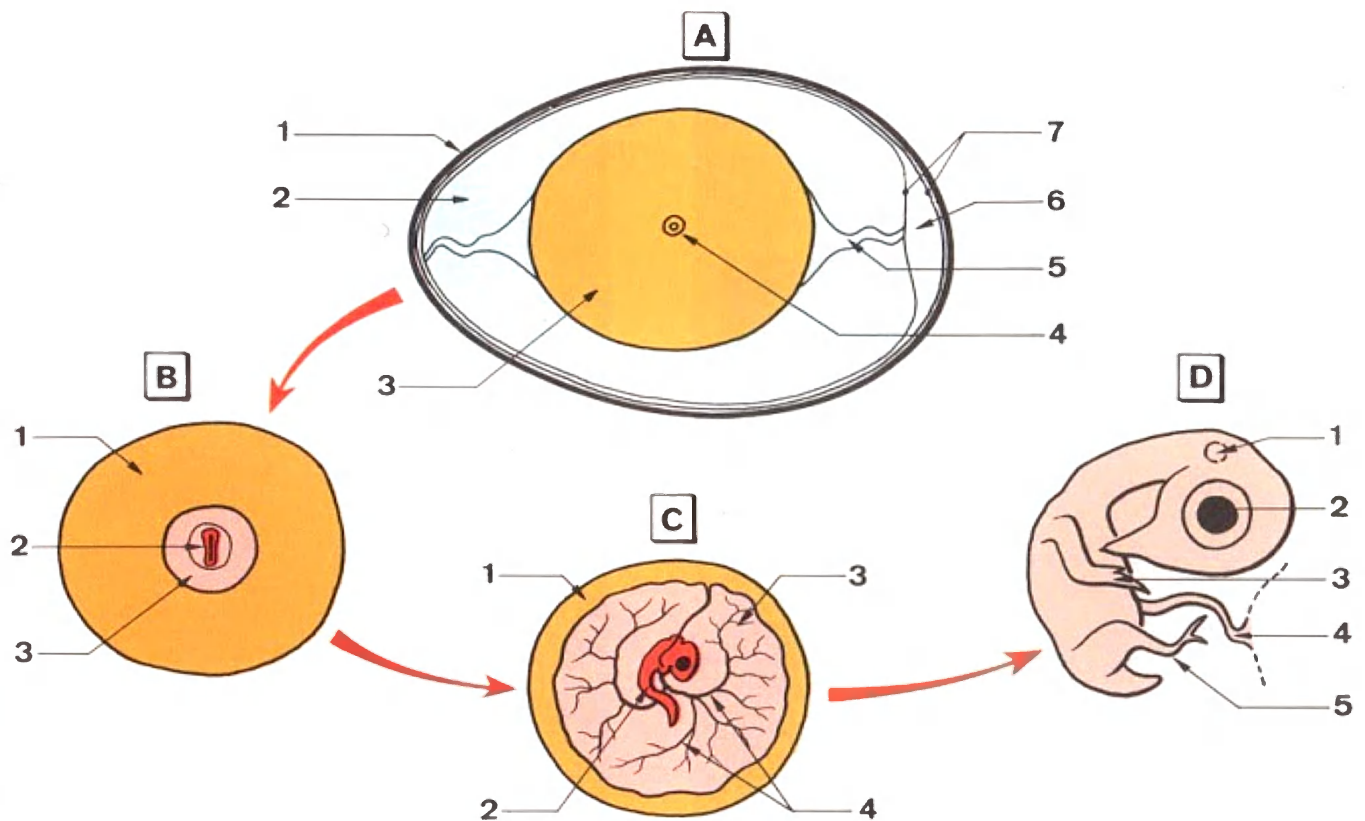
Dessins B et C. — Développement de l'œuf au bout de 24 heures (B) et de 48 heures (C) :

1 Jaune ; 2 Embryon ; 3 Membrane nourricière ; 4 Vaisseaux sanguins.

Dessin D. — Embryon de 9 jours :

1 Oreille ; 2 Œil ; 3 Aile ; 4 Cordon ombilical ; 5 Patte.

planche 19



Comparez ces dessins aux photographies. Titrez-les et essayez d'en rétablir la légende.

La classe des Oiseaux



10 *Martinets ailes déployées.*

Cette classe comporte un très grand nombre d'espèces dont les particularités sont souvent en rapport étroit avec leur mode de vie. Mais toutes ont des plumes, des membres antérieurs transformés en ailes, un bec corné dépourvu de dents, une reproduction par œufs.

◆ **Les Oiseaux bons voiliers**, comme le Pigeon, ont en général des ailes longues et pointues; leurs pattes sont relativement courtes. Chez les Martinets (fig. 10), que l'on confond souvent avec les Hirondelles, les pattes sont si courtes que, tombés à terre, ces Oiseaux ne peuvent s'envoler.

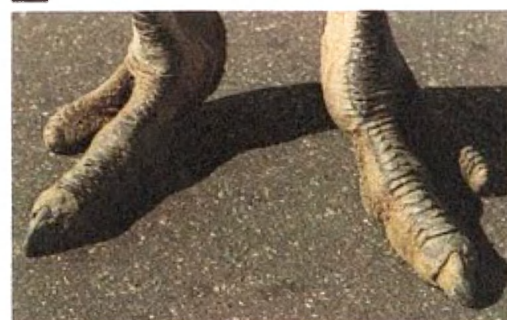
◆ **Les Oiseaux mauvais voiliers**, comme la Poule, ont des ailes courtes et arrondies, leur bréchet est petit, leurs pattes sont robustes.

◆ **Les Oiseaux qui ne volent pas**, comme les Autruches (fig. 11), ont des ailes réduites, garnies de plumes molles; mais leurs pattes sont fortes, longues et pourvues seulement de deux doigts (fig. 12). Ce sont de très bons coureurs.

11 *Autruche.*



12 *Doigts de l'Autruche.*



♦ **Les Oiseaux de rivage**, qui vivent dans des zones plus ou moins marécageuses, ont en général des pattes grêles et un long bec, comme le Héron (fig. 13), la Cigogne (fig. 14) ou le Courlis (fig. 15).

13 Héron cendré.



14 Cigogne.

15 Courlis.





16 *Mouette.*

♦ **Les Oiseaux aquatiques**, comme le Canard, les Mouettes (fig. 16), ont presque tous des pattes palmées qui leur servent de rame pour se déplacer sur l'eau. Certains, comme le Manchot (fig. 17), sont incapables de voler, car leurs ailes sont dépourvues de plumes ; mais ce sont des plongeurs et des nageurs parfaits. Notons que le Manchot présente de remarquables similitudes avec les Mammifères aquatiques : corps en fuseau, membres antérieurs transformés en de véritables nageoires, membres postérieurs à l'extrémité du corps. Tous ces caractères indiquent une excellente adaptation à la nage.

17 *Manchot royal.*



♦ **Les Oiseaux granivores**, comme le Pigeon, ont en général un bec court.

♦ **Les Oiseaux insectivores**, comme les Hirondelles, ont en général un bec fin et largement fendu. Ces Oiseaux sont tous très utiles car ils consomment d'énormes quantités d'Insectes.

♦ **Les Oiseaux qui se nourrissent de petits animaux vivant dans la vase** ont un bec garni de lamelles propres à filtrer l'eau et à retenir seulement la nourriture. Tel est le cas du Canard et du Flamant rose (fig. 18).

18 *Flamants roses.*





19 *Aigle.*

♦ **Les Oiseaux carnassiers** ont en général un bec fort. Chez certains, comme la Cigogne, qui se nourrit de Reptiles, de Batraciens, de petits Poissons, d'Escargots, le bec est long et coupant.

Chez d'autres, comme les Aigles (fig. 19), les Buses, les Chouettes (fig. 20), qui se nourrissent surtout de petits Mammifères, le bec est crochu, les doigts sont armés de griffes acérées et recourbées (fig. 20), appelées serres, avec lesquelles ces Rapaces saisissent et tuent leurs proies.

Ces Oiseaux carnassiers, qu'ils mangent des Poissons ou des Mammifères, sont en général considérés à tort comme nuisibles, tout comme les Mammifères carnassiers. Il faut les protéger car, s'il leur arrive de s'attaquer au gibier et aux animaux d'élevage, ils détruisent surtout de grandes quantités de Rongeurs.

Ainsi, le régime de la Buse se compose pour 97 % de Rongeurs et pour 3 % de petits Oiseaux, de Belettes, de Serpents.

On a calculé que le massacre, chaque année, de 300 000 Rapaces, composés pour 80 % de Buses, sauvait la vie de 100 millions de Campagnols¹. Pourtant, on continue à croire que la Buse est nuisible.

Les Chouettes, que des croyances superstitieuses ont contribué à faire détester, détruisent chacune en moyenne 1 500 Campagnols par an. Une fois de plus, il apparaît qu'il faut se méfier de ces notions, toutes faites, d'utile et de nuisible, et aussi des croyances sans fondement qui ont, dans le passé, conduit à la raréfaction de certaines espèces.

20 *Chouette hulotte.*



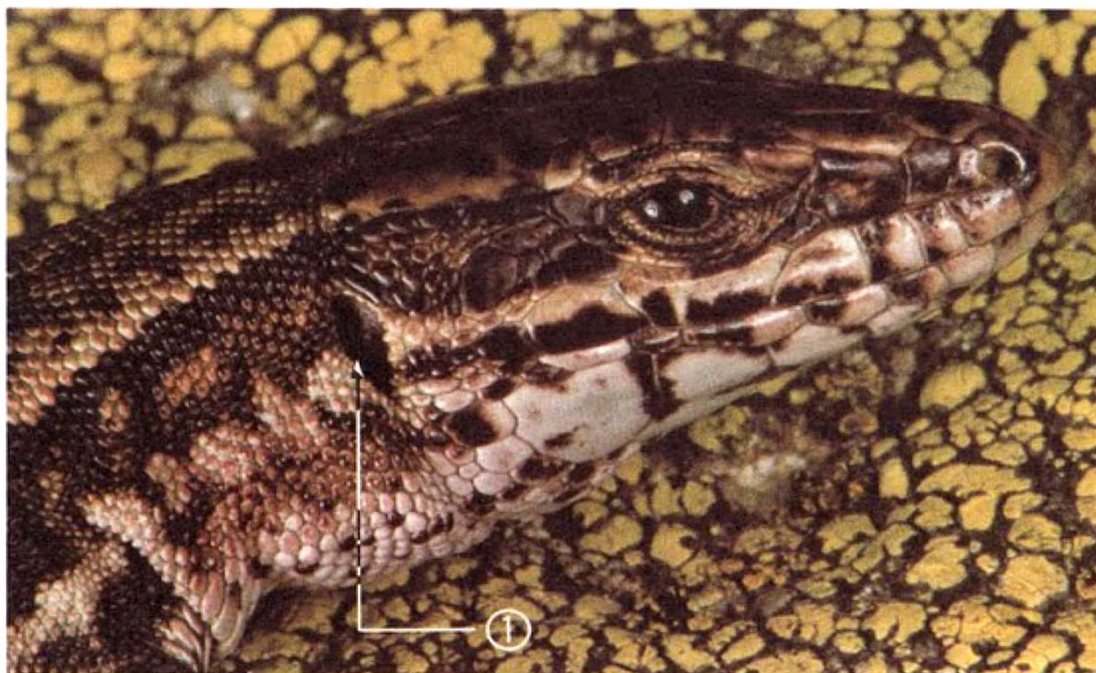
1. J. Fabre, Information scientifique, n° 2 de 1969.

20/ Un Reptile : le Lézard des murailles



1 *Lézard des murailles.*

Le Lézard des murailles (fig. 1) ne se rencontre qu'à la belle saison, aux heures chaudes, et souvent au soleil. Il est alors très agile ; mais l'hiver il s'engourdit. Pourquoi ?



2 Tête de Lézard des murailles.
Remarquez le tympan (1) de l'oreille.

1/ Le Lézard en activité

a/ Le Lézard, animal craintif

Constamment sur le qui-vive, il s'enfuit au moindre bruit. Son oreille, sans pavillon, au tympan à fleur de peau (fig. 2), est très sensible. Il a aussi une bonne vue et son champ visuel est très étendu.

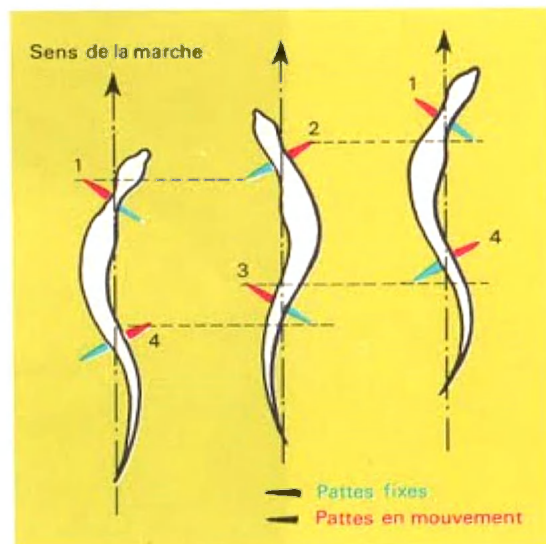
Ses ennemis sont nombreux : Serpents, Belettes, Hérissons, Musaraignes et même Oiseaux. Il lui arrive de leur échapper en cassant sa queue ; celle-ci peut repousser après cette auto-amputation.

b/ Comment se déplace-t-il ?

Les déplacements, très rapides, s'accompagnent d'ondulations du corps (fig. 3) qui compensent la faible mobilité des membres, placés sur le côté du corps.

Du fait de cette position, les membres poussent le corps plus qu'ils ne le soulèvent, et le ventre

3 Étapes de la reptation du Lézard.



Un Reptile : le Lézard des murailles

traîne à terre : le **Lézard** rampe. Ses griffes lui permettent de s'accrocher aux aspérités du sol.

Observez la figure 3. Elle vous montre comment les membres se déplacent les uns par rapport aux autres au cours de la progression du Lézard.

c/ Nutrition

Il se nourrit de proies vivantes : Insectes, Vers, petits Mollusques ; c'est donc un carnassier utile.

Les proies, saisies par les mâchoires, sont avalées tout entières. Les dents (fig. 4), petites, pointues, toutes semblables, ne servent qu'à maintenir les proies.

La mâchoire inférieure s'articule sur le crâne par l'intermédiaire d'un os, l'**os carré**, ce qui permet à la bouche de s'ouvrir largement pour engloutir les proies.

La langue, fourchue à son extrémité, est un organe tactile et gustatif. Comme chez tous les carnassiers, l'intestin est court. Il se termine par un cloaque, comparable à celui des Oiseaux. L'orifice cloacal marque la limite entre le tronc et la queue.

Remarque. Le Lézard des murailles est relativement facile à élever. On peut le placer dans un vieil aquarium dont le fond est garni d'un mélange de sable et de terre. Quelques pierres et des écorces seront disposées de façon à former des abris et des surfaces sur lesquelles l'animal viendra se chauffer. Une lampe pourra jouer le rôle du soleil. Dans un coin, on placera un petit récipient qui servira d'abreuvoir, on l'entertera légèrement pour que le Lézard atteigne l'eau facilement. La nourriture se composera d'animaux vivants, Vers de terre, Mouches, « Vers » de farine.

4 Tête osseuse de Lézard. 1. Maxillaire inférieur. 2. Os carré.



d/ Croissance

Se nourrissant seulement pendant la belle saison, c'est au cours de cette période que le Lézard grandit. Sa croissance s'accompagne d'un changement de peau (fig. 5) : il **mue**. La peau se détache par grands lambeaux. Les écailles qui recouvrent le corps sont donc soudées les unes aux autres. L'odeur qu'elles dégagent en brûlant prouve leur nature cornée ; ce sont de simples replis de la couche superficielle de la peau, donc des parties mortes de l'épiderme.

La nouvelle couche de l'épiderme ne durcissant pas immédiatement, le corps peut s'allonger : **le Lézard grandit par à-coups.**

e/ Reproduction

Le Lézard pond des œufs : il est **ovipare**. Ceux-ci sont riches en matières nutritives mais, différence avec les Oiseaux, ils ont une **coquille membraneuse**.

Les œufs sont pondus dans une cavité du sol. La chaleur solaire assure leur incubation ; la durée de celle-ci varie donc suivant la température extérieure.

Dès sa naissance, le Lézard est capable de marcher et de chasser.



5 Lézard en train de muer.

2/ Le Lézard par temps froid

Dès qu'il fait froid, le Lézard se réfugie dans un trou (fissure de rocher ou de mur). Il y reste tout l'hiver en état de mort apparente : il **hiberne**. La température du corps s'abaisse avec celle de l'atmosphère : le Lézard est un **animal à température variable**.

Toutes ses fonctions (respiration, circulation, etc.) étant alors très ralenties et son organisme ne luttant pas contre le froid, le Lézard supporte un jeûne prolongé.

Un Reptile : le Lézard des murailles

Conclusion

Le Lézard est un Vertébré ovipare à température variable. Son corps est recouvert d'écailles de nature cornée, soudées entre elles. La croissance se fait par à-coups lors des mues.

Le Lézard se déplace en rampant. C'est un carnassier dont les dents, toutes semblables, n'ont qu'un rôle préhensile. Sa mâchoire s'ouvre largement grâce à l'os carré.

Hiberner : passer l'hiver dans un état de vie ralentie.

Muer : changer de peau en parlant des Reptiles, perdre des plumes qui seront remplacées par de nouvelles plumes, en parlant des Oiseaux.

Os carré : os par l'intermédiaire duquel la mâchoire inférieure du Lézard s'articule avec le crâne.

Dessin A. — Squelette du Lézard :

1 Membre antérieur ; 2 Omoplate ; 3 Humérus ; 4 Cubitus ; 5 Radius ; 6 Carpe ; 7 Métacarpe ; 8 Phalanges ; 9 Griffes ; 10 Colonne vertébrale ; 11 Membre postérieur ; 12 Bassin ; 13 Fémur ; 14 Rotule ; 15 Tibia ; 16 Péroné ; 17 Tarse ; 18 Métatarse ; 19 Phalanges ; 20 Griffes.

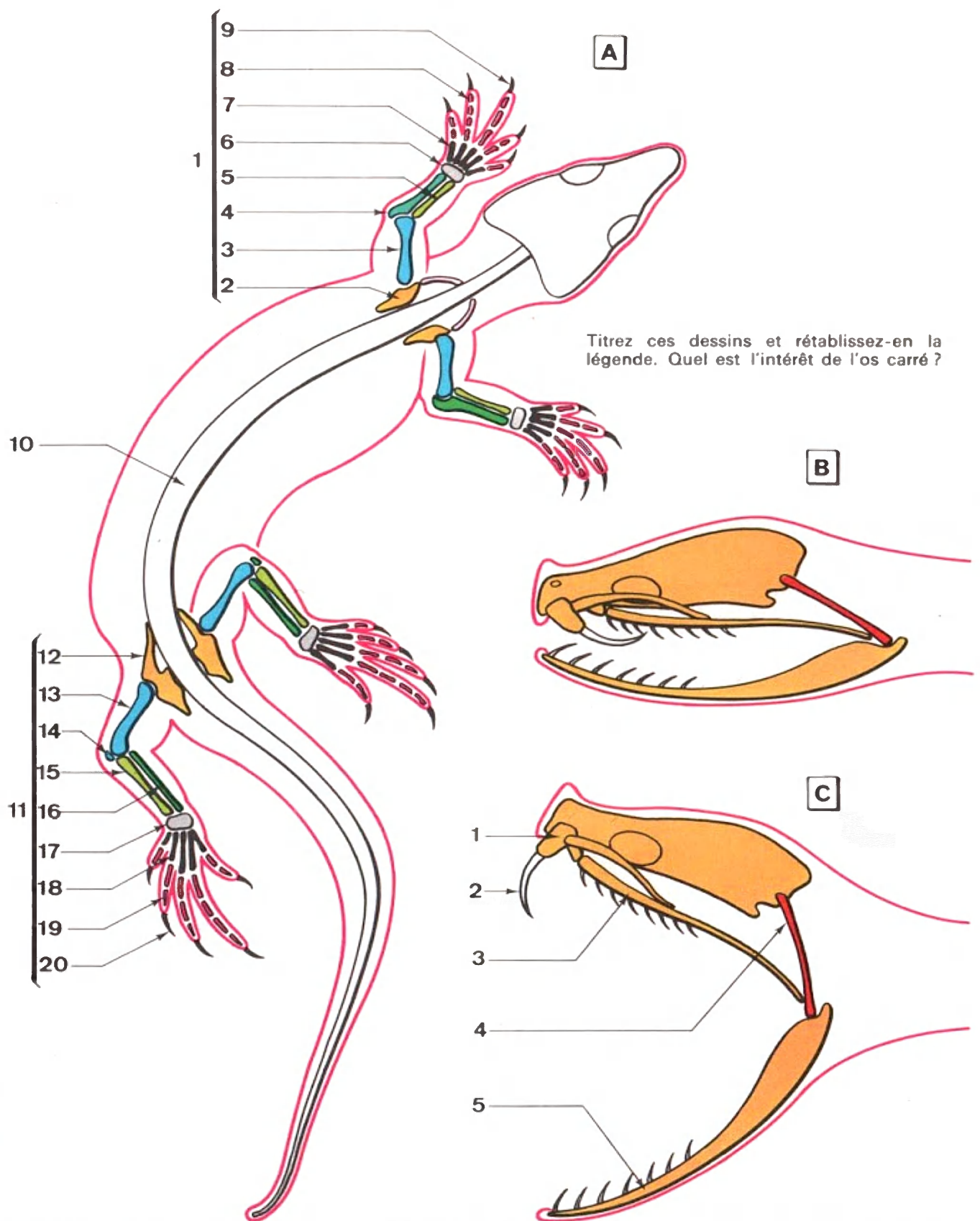
Dessin B. — Squelette de la tête d'une Vipère, gueule fermée.

Dessin C. — Squelette de la tête d'une Vipère, gueule ouverte :

1 Maxillaire supérieur ; 2 Crochet ; 3 Os du palais portant des dents ; 4 Os carré ; 5 Maxillaire inférieur.

En comparant B et C on constate que l'os carré permet une très grande ouverture de la gueule. La Vipère peut avaler de très grosses proies.

planche 20



La classe des Reptiles

La classe des Reptiles groupe 5 000 espèces. Limitons notre étude à quelques-unes vivant en France.

1/ Ordre des Lézards

Outre les Lézards proprement dits (Lézard vert, Lézard ocellé du midi de la France), cet ordre comprend :

l'**Orvet** (fig. 6), appelé « serpent de verre », car il n'a pas de membres et sa queue est fragile.

Il pond des œufs d'où sortent immédiatement de jeunes Orvets. On dit qu'il est **ovovivipare** ;

le **Seps** (fig. 7), qui se rencontre dans le midi de la France. Il a de très petites pattes qui ne peuvent lui servir pour la locomotion.

6 Orvet.



7 Seps.



2/ Ordre des Serpents

Dans notre pays on trouve des Couleuvres et des Vipères.

a/ Ce qui distingue les Serpents des Lézards :

- leurs paupières sont soudées et transparentes : c'est à cela qu'est due la fixité de leur regard ;
- ils peuvent engloutir d'énormes proies (fig. 8) sans les mâcher car, d'une part, l'os carré est très long et, d'autre part, les deux maxillaires inférieurs ne sont pas soudés à l'avant, mais reliés par un ligament élastique. La position des dents et les mouve-

8 Boa avalant un Rongeur. Les Reptiles de notre pays peuvent ingurgiter des proies aussi volumineuses par rapport au diamètre de leur corps.

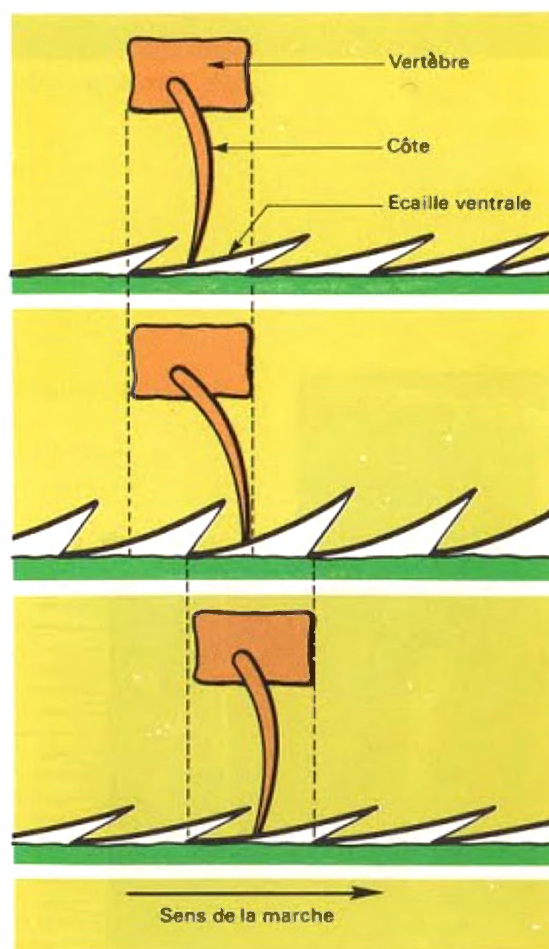


ments des maxillaires s'opposent au rejet des proies. L'orifice respiratoire (fig. 9) est situé de telle façon que l'animal ne peut s'étouffer ;

- les côtes sont mobiles et contribuent à la locomotion (fig. 10) en s'appuyant sur les grandes écailles ventrales.

b/ Quelques serpents communs en France

La Couleuvre à collier (fig. 11 et 12). C'est un Serpent inoffensif qui peut atteindre un mètre. Elle porte un collier jaunâtre derrière la tête, d'où son nom. Sa tête est recouverte de grandes écailles.



10 Schéma illustrant le rôle des côtes dans la locomotion.



9 Tête de Vipère Aspic. Observez la position de l'orifice respiratoire (1).



11 Couleuvre à collier. ▲

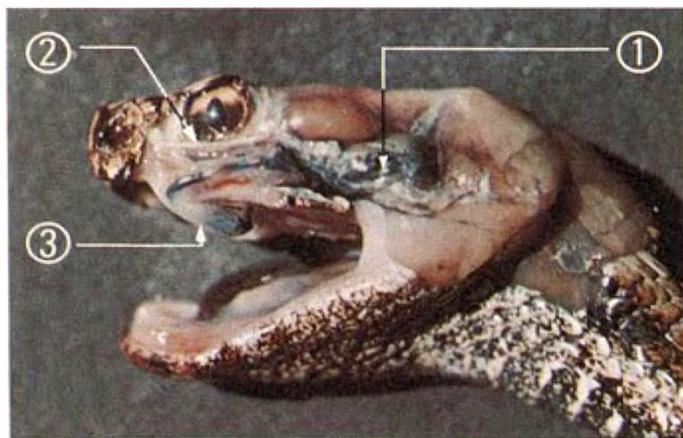
12 Tête de Couleuvre à collier. Remarquez la langue fourchue. ▼



La classe des Reptiles



13 Vipère Aspic.



14 Appareil venimeux de la Vipère Aspic. 1. Glande à venin. 2. Canal de la glande. 3. Crochet dans sa gaine.

La Vipère Aspic (fig. 13). Elle vit en France au sud d'une ligne approximative allant de la Meurthe-et-Moselle à la Loire-Atlantique. Sa morsure est parfois mortelle (10 % des cas). L'Aspic possède (fig. 9 et 14) deux dents en forme de crochets. Ces dents communiquent avec une glande à venin (fig. 14). L'écoulement du venin se fait par un canal qui se termine dans les crochets, comparables à des aiguilles à injection (fig. 15).

La Vipère se reconnaît de la Couleuvre par les caractères suivants :

- queue plus courte, moins effilée ;
- tête triangulaire ;
- pupille allongée verticalement (fig. 9) ; celle de la Couleuvre est ronde (fig. 12).

15 Crochet de Vipère (1) et crochet de Crotale (2) comparés à une aiguille à injection.



Remarque. En cas de morsure, il faut maintenir le blessé au repos, laver la plaie à l'eau javellisée (1 volume d'eau de Javel, 6 volumes d'eau) et surtout faire appel à un médecin qui fera une injection de sérum antivenimeux.

La Vipère Bérus ou **Péliade** (fig. 16). Son habitat est beaucoup plus étendu vers le nord que celui de l'Aspic, mais elle est plus rare au sud de la Loire.



16 Tête de Vipère Bérus.

3/ Ordre des Tortues

Parmi les Tortues, citons la **Tortue grecque**, les Tortues aquatiques, comme la **Cistude** (fig. 17), qui est adaptée à la locomotion dans l'eau (pattes en forme de nageoires).

17 Cistude d'Europe.

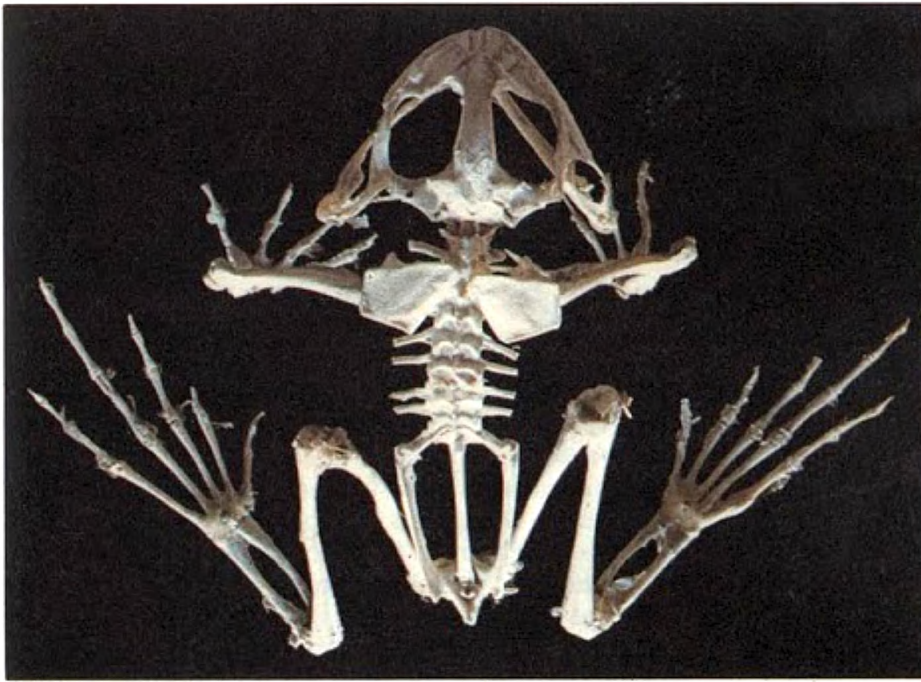


21/ Un Amphibien : la Grenouille verte



1 Grenouille verte. Remarquez le tympan à fleur de peau (1).

Curieux animal que cette Grenouille verte qui saute à l'eau dès que vous approchez ! Elle est en effet capable de vivre dans deux milieux différents : sur terre et dans l'eau. Comment ?



2 *Squelette de Grenouille.*

1/ La Grenouille en période d'activité

a/ Sensibilité et camouflage

Il est bien difficile d'arriver au bord d'une mare sans faire fuir les Grenouilles qui sont dans l'herbe.

La première raison, c'est qu'on ne les voit pas à temps. En effet, leur peau change de couleur suivant celle du milieu, ce qui leur assure un bon camouflage. On peut provoquer ce phénomène en plaçant une Grenouille sur un fond blanc puis sur un fond noir. Mais cela ne les empêche pas d'être la proie des Couleuvres et des Oiseaux de rivage.

La deuxième raison, c'est qu'elles ont une bonne vue et une ouïe fine, bien que leurs oreilles (fig. 1) soient dépourvues de pavillon : le tympan est à fleur de peau.

Remarque. La disposition des yeux, du tympan et des narines est telle qu'ils affleurent seuls quand la Grenouille est immergée (fig. 5), ce qui lui permet de voir, d'entendre et de respirer.

b/ Déplacements

Sur terre

La Grenouille se déplace par bonds. Ceux-ci peuvent atteindre dix fois sa longueur. Les membres postérieurs (fig. 1) sont repliés en Z, puissamment musclés, et leur pied est long. Ce sont là, nous l'avons vu, des caractères de l'adaptation au saut et à la locomotion par bonds. L'examen du squelette (fig. 2) montre que l'allongement du pied résulte de celui du tarse et des phalanges.

La Grenouille est adaptée au saut.

Remarque. Le membre postérieur peut se fléchir de façon très importante, car ses différents segments ne sont pas articulés dans un même plan.

Un Amphibien : la Grenouille verte



3 *Palmure du pied de la Grenouille.*

Expérience. Attachons un brin de laine rouge à un fil de nylon très fin de façon à pouvoir agiter le brin de laine devant un Crapaud. Le fil est attrapé mais immédiatement rejeté. Rien de tel si on remplace la laine par une Mouche morte. Si la Mouche est agitée, elle est capturée et avalée ; si on la laisse immobile, elle n'est pas capturée. L'animal saisit donc ce qui bouge et reconnaît ses aliments au goût.

4 *Bouche de Grenouille ouverte, langue projetée au-dehors.*



Dans l'eau

La Grenouille nage avec aisance. Dans la nage lente, qui ressemble à la brasse, les quatre membres sont en action.

Dans la nage rapide, les pattes antérieures sont repliées le long du corps, offrant ainsi une moindre résistance à la progression.

Ce sont les pattes postérieures qui, par des détentes violentes et simultanées, assurent la propulsion. Leur action est favorisée par la présence (fig. 3) d'une membrane souple tendue entre les doigts : **les pattes sont palmées.**

La Grenouille est adaptée à la nage.

c/ Chasse et capture des proies

La Grenouille se nourrit de Vers, d'Insectes et de leurs larves, de petits Poissons, de Têtards et même de petites Grenouilles : elle est **carnassière.**

A terre, la capture se fait grâce à une projection rapide de la langue sur la proie si celle-ci est petite. La langue, qui est visqueuse, s'attache en effet à l'avant de la bouche (fig. 4), ce qui lui permet de basculer vers l'avant. Les proies, saisies par les mâchoires, sont retenues par de fines dents puis avalées tout entières.

Notons que les Grenouilles, comme les Crapauds, ne capturent que les proies qui bougent.

d/ Respiration

La Grenouille a deux petits poumons, mais pas de côtes, donc pas de cage thoracique (fig. 2). Les seuls mouvements observables sont ceux du plancher de la bouche qui s'abaisse et se relève rythmiquement (fig. 5).

On admet que l'air entre par les narines quand le plancher de la bouche s'abaisse, puis qu'il va dans les poumons quand il se relève (à ce moment les narines sont fermées). L'air serait ensuite chassé des poumons.

Privée de ses poumons, une Grenouille peut vivre, car elle respire aussi par la peau (respiration cutanée). La peau, mince et nue, est parcourue par de nombreux vaisseaux sanguins

comme le sont les poumons. De plus, elle est humide grâce à un mucus, ce qui la rend perméable à l'air, comme des expériences l'ont prouvé.

2/ La reproduction de la Grenouille

C'est en avril qu'a lieu la ponte. Les ovules expulsés par la femelle sont aussitôt fécondés par le mâle qui déverse sur eux une substance blanchâtre : la **laitance**.

Remarque. Le mâle se reconnaît à la callosité noire qu'il porte au petit doigt de la main et au sac vocal (fig. 6) qui apparaît lorsqu'il coasse. Le coassement est le cri de la Grenouille.

Au contact de l'eau, l'enveloppe des œufs gonfle considérablement, ce qui donne une masse gélatineuse parsemée de petits points noirs qui sont les œufs proprement dits (fig. 7). Le développement des œufs peut être suivi en les mettant dans un grand récipient peu profond contenant de l'eau et des plantes aquatiques qui en assurent l'oxygénation.

♦ Au bout de quelques jours (fig. 8), un petit organisme en forme de virgule s'agite à l'intérieur de la coque gélatineuse : c'est l'embryon.



5 Grenouille respirant à la surface de l'eau. Seuls les yeux et les narines dépassent la surface de l'eau.

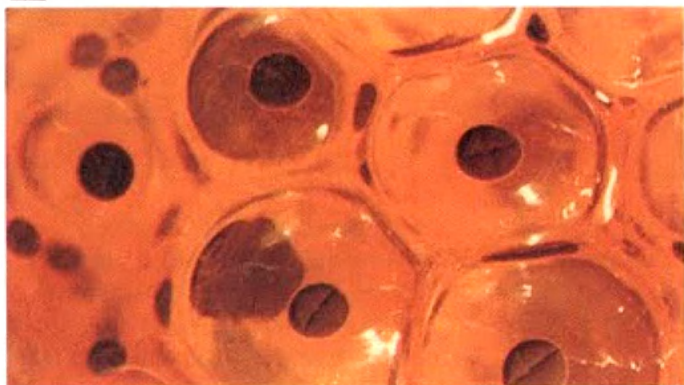


6 Grenouille mâle en train de coasser, on voit bien les sacs vocaux.

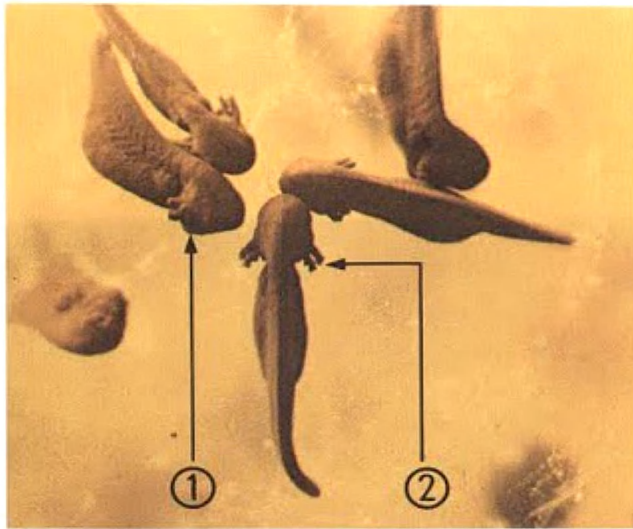


8 Œufs de Grenouille contenant des embryons.

7 Œufs de Grenouille.



Un Amphibien : la Grenouille verte



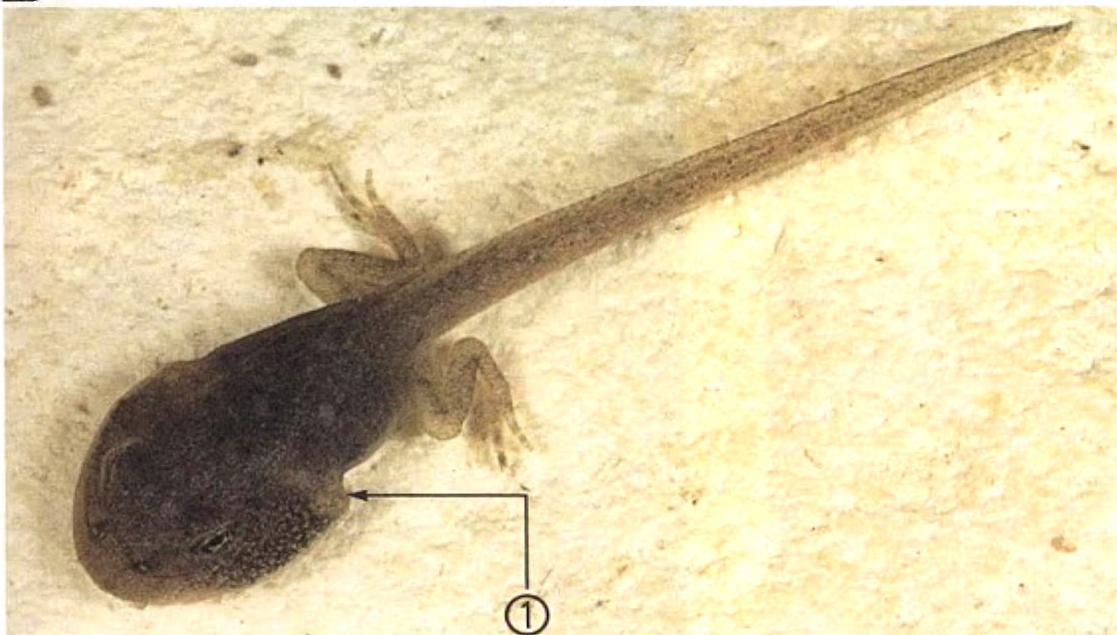
10 Têtards de Grenouilles avec branchies externes. 1. Ventouse. 2. Branchies.

9 Armature buccale de têtard vue au microscope montrant des deux parties cornées du bec.



11 Têtard avec pattes postérieures. Remarquez le spiracle (1).

x 3



◆ Arrivé au stade des branchies externes, le têtard se déplace activement grâce aux battements de sa queue. Une bouche et un anus se percent ; il s'alimente alors indifféremment de végétaux ou de chair grâce à un bec corné (fig. 10) et à de petites dents elles-mêmes cornées.

◆ Puis les branchies externes disparaissent, mais le têtard ouvre et ferme rythmiquement la bouche. Si on le transporte d'un verre de montre rempli d'une solution de bleu de méthylène dans un récipient contenant de l'eau pure, on voit un jet coloré en bleu sortir d'un orifice situé sur le côté gauche du corps, le **spiracle**. De l'eau entre par la bouche et ressort par le spiracle après avoir traversé une cavité qui contient des branchies : c'est le stade des **branchies internes**

◆ Les pattes postérieures apparaissent (fig. 11), puis les pattes antérieures (fig. 12), tandis que la queue se résorbe. (fig. 13).

Le têtard ressemble de plus en plus à une petite Grenouille et vient alors respirer à la surface de l'eau, indice de l'apparition de la respiration pulmonaire. C'est le moment de mettre des pierres émergeant de l'eau du récipient.

Le développement de la Grenouille est donc caractérisé par une suite de transformations ou métamorphoses.

3/ La Grenouille en période hivernale

Les Grenouilles, comme les Lézards, sont des animaux à **température variable** qui hibernent. L'hiver, elles cherchent en effet un abri dans un trou humide ou dans la vase des mares et des étangs. Là, elles vivront au ralenti.



12 Têtard avec ses quatre pattes.

× 2

13 Jeune Grenouille dont la queue est presque entièrement résorbée.



Conclusion

La Grenouille est un Vertébré à température variable, qui possède à l'état adulte une respiration pulmonaire et une respiration cutanée. Les caractères de ses membres postérieurs (pied long, forme en Z, forte musculature, présence d'une palmure) en font un animal adapté au saut et à la nage.

La ponte se fait dans l'eau et le développement des œufs est caractérisé par une suite de métamorphoses qui font passer le têtard, dont la vie est exclusivement aquatique, à l'état de Grenouille, capable de vivre sur terre et dans l'eau (animal amphibie).

Remarque. Il est facile d'élever des Grenouilles en réalisant une mare miniature à l'aide d'un aquarium dont une moitié est garnie de grosses touffes de gazon et l'autre remplie d'eau. Un grillage formant couvercle empêchera les animaux de s'échapper. Des Vers de terre, des Mouches, des asticots... constitueront la nourriture des Grenouilles, quoique très souvent elles refusent de s'alimenter en captivité. Elles supportent du reste sans dommage un jeûne prolongé.

Amphibie : capable de vivre dans l'air et dans l'eau.

Branchies : organes respiratoires de certains animaux aquatiques (Poissons, jeunes Amphibiens) permettant l'utilisation de l'air dissous dans l'eau.

Coassement : cri de la Grenouille.

Métamorphoses : transformations de la forme du corps et du mode de vie de certains animaux au cours de leur développement.

Dessin A. — Grenouille adulte mâle :

1 Tympan ; 2 Œil ; 3 Narine ; 4 Bouche ; 5 Sac vocal ; 6 Callosité : chez les mâles seulement.

Dessins B à G. — Métamorphoses de la Grenouille.

B : œuf après la ponte : (1) gaine gélatineuse, (2) œuf proprement dit.

C : œuf avant l'éclosion : (1) coque gélatineuse, (2) embryon.

D : Têtard avec fentes respiratoires : (1) organe de fixation ou disque adhésif, (2) fentes, (3) queue.

E : Têtard avec branchies externes : (1) bouche, (2) branchies, (3) anus.

F : Têtard avec branchies internes et pattes postérieures : (1) orifice par où l'eau sort de la cavité branchiale.

G : Têtard, apparition des pattes antérieures, respiration pulmonaire.

Dessin H. — Squelette du membre postérieur :

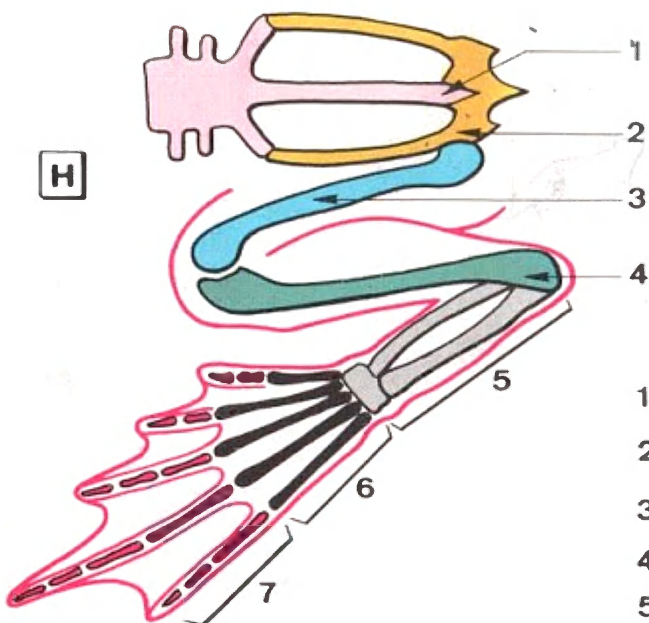
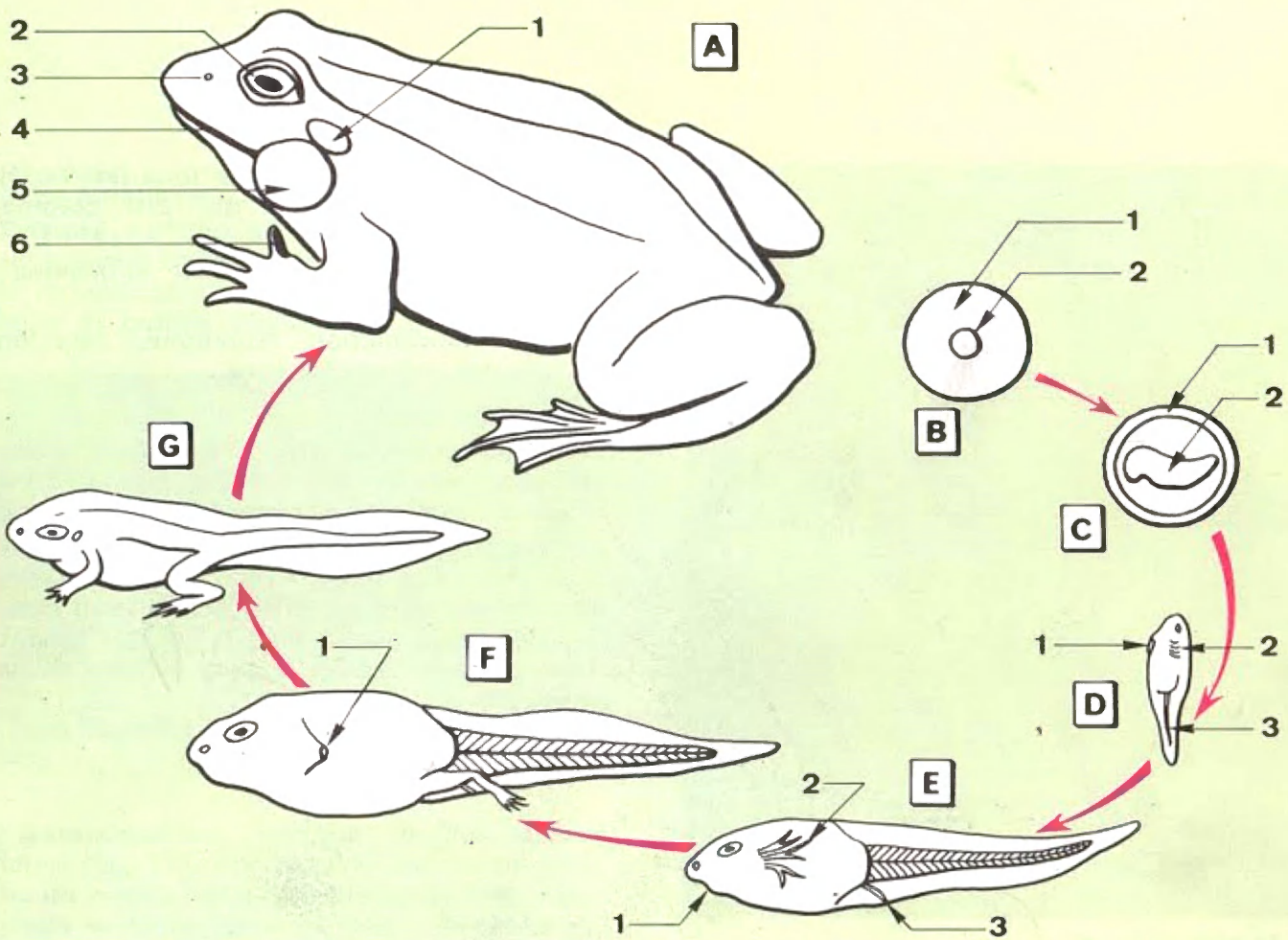
1 Colonne vertébrale ; 2 Bassin ; 3 Fémur ; 4 Péroné + tibia ; 5 Tarse ; 6 Métatarse ; 7 Phalanges.

Dessin I. — Schéma illustrant les différentes phases de la respiration chez la Grenouille.

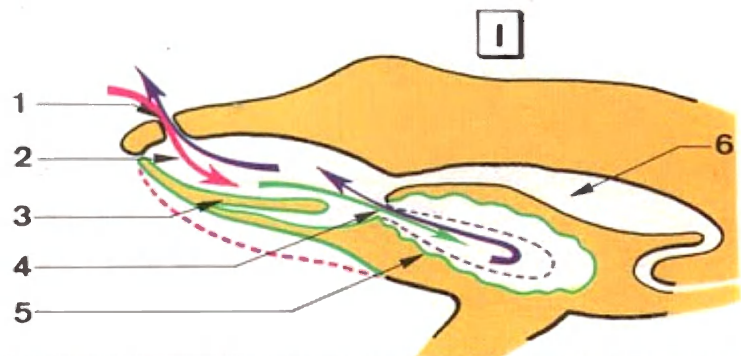
En rouge : premier temps de l'inspiration (le plancher buccal s'abaisse, l'air entre par les narines. En vert : deuxième temps de l'inspiration, le plancher buccal se relève, l'air entre dans les poumons qui se distendent. En violet : expiration, les poumons reprennent leur forme et chassent l'air qui sort par les narines :

1 Narine ; 2 Cavité buccale ; 3 Langue ; 4 Glotte ; 5 Poumons.

planche 21



Titrez ces dessins et rétablissez-en la légende. Précisez le sexe de la Grenouille dessinée en A. Précisez la signification des couleurs rouge, verte et violette utilisées en I.



La classe des Amphibiens



14 Rainette verte. ▲

On range dans cette classe tous les Vertébrés à température variable qui ont comme la Grenouille verte :

- une peau nue (sans poils, ni écailles) et enduite de mucus ;
- une reproduction aquatique, caractérisée par des métamorphoses.

Parmi eux, citons :

la **Rainette verte** (fig. 14), qui vit dans les arbres où elle se fixe par des disques adhésifs situés à l'extrémité de ses doigts ;

le **Crapaud** (fig. 15), qui a des mœurs terrestres ; il vit dans des trous. C'est un grand destructeur d'Insectes et de Chenilles. Sa peau possède des glandes à venin, mais il ne peut l'inoculer. Il ne va dans l'eau que pour pondre de longs chapelets d'œufs.

La Grenouille, la Rainette, le Crapaud sont des Amphibiens sans queue.

15 Crapaud commun.



Parmi les Amphibiens à queue, citons :

les **Tritons**, comme le Triton alpestre (fig. 16), qui vit presque toujours dans l'eau. Au moment de la reproduction, le mâle se pare de riches couleurs et parfois d'une crête dorsale ;

16 *Triton alpestre.*



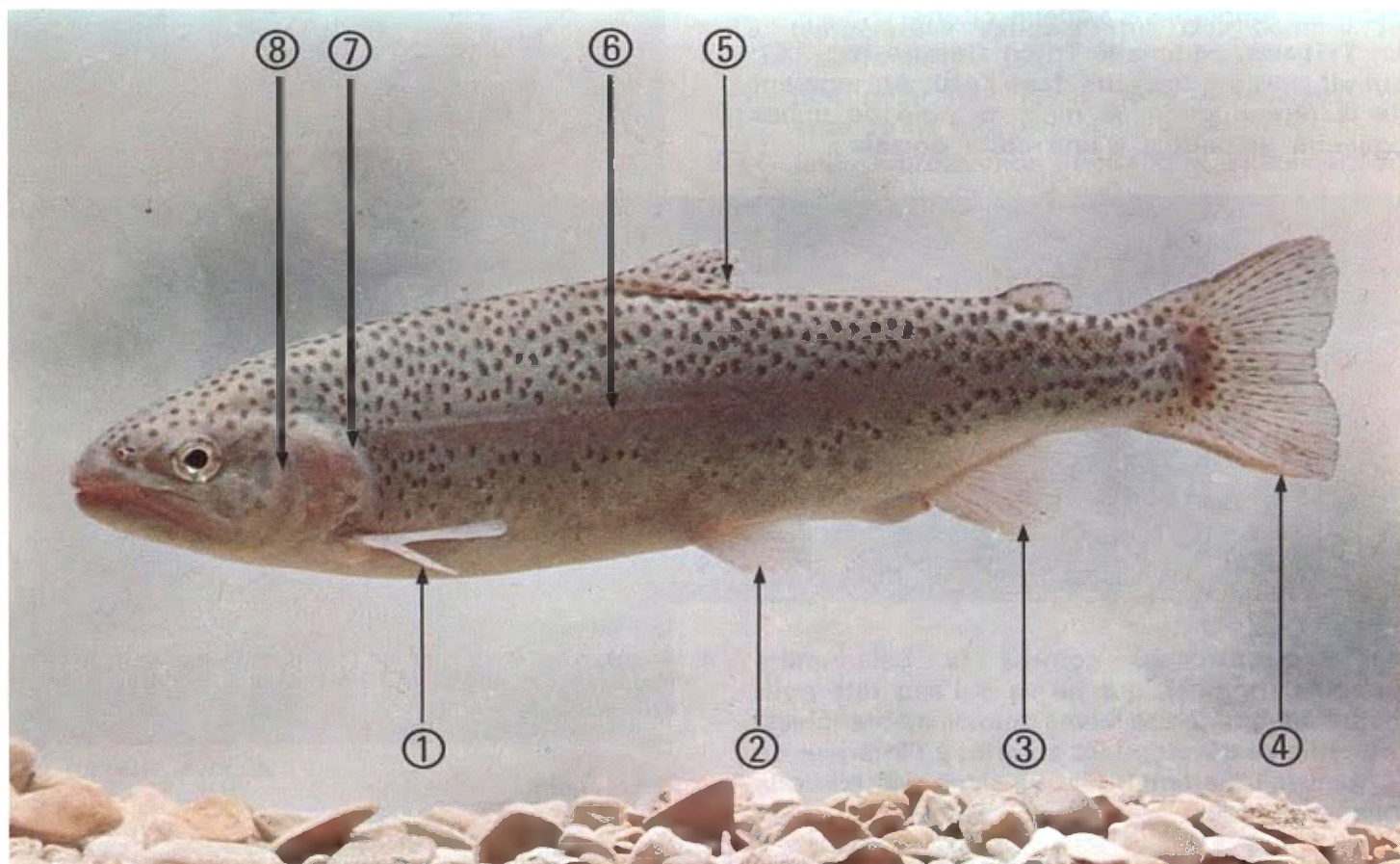
les **Salamandres**, comme la Salamandre tachetée (fig. 17), qui ne va à l'eau que pour mettre au monde des larves munies de branchies. Les œufs se développent en effet à l'intérieur de l'organisme maternel. Elle vit dans des endroits frais et humides.

Remarque. Alors que les Tritons ont une queue aplatie favorisant la nage, les Salamandres ont une queue cylindrique.

17 *Salamandre tachetée.*



22/ Les Poissons et la vie aquatique



1 Truite. 1. Nageoire pectorale. 2. Nageoire abdominale. 3. Nageoire anale. 4. Nageoire caudale. 5. Nageoire dorsale. 6. Ligne latérale. 7. Ouïe. 8. Opercule.

Les Poissons sont des Vertébrés qui mènent une vie strictement aquatique. Comment se déplacent-ils? Comment respirent-ils? Pourquoi certains Poissons, comme la Tanche, vivent-ils dans des eaux calmes et plus ou moins tièdes, alors que d'autres, la Truite par exemple, exigent des eaux courantes, froides et très aérées? Ce sont ces problèmes que nous allons aborder. Observons un Poisson rouge dans un assez grand aquarium.

1/ Mouvement

a/ Le Poisson en déplacement

Taquinez un Poisson : il se déplace rapidement en donnant de violents coups de queue (fig. 3) à droite et à gauche qui s'accompagnent d'une courbure du tronc en sens inverse de celle de la queue.

Pendant ce temps, les nageoires pectorales et abdominales (fig. 1) sont repliées le long du corps. La nageoire dorsale et la nageoire anale (fig. 1) sont dressées mais immobiles. La **queue**, qui est fortement musclée, a donc un rôle **propulseur** dont l'efficacité est accrue par la nageoire caudale qui est largement étalée.

L'observation des nageoires (fig. 2) montre qu'elles sont formées de replis de peau soutenus par des rayons osseux ramifiés et articulés qui peuvent se rapprocher ou s'écarter, modifiant ainsi la surface des nageoires.

Remarque. On donne le nom de nageoires paires aux nageoires pectorales et abdominales qui, par leur place, correspondent aux membres des autres Vertébrés, et celui de nageoires impaires aux autres nageoires (dorsale, anale, caudale).

Pour s'arrêter, le Poisson étale verticalement ses nageoires pectorales ; mais, s'il dresse une seule nageoire pectorale, il vire du côté correspondant : **les nageoires pectorales freinent et dirigent.**

Le Poisson change aussi de direction en incurvant sa queue : **la queue sert aussi de gouvernail.**



2 Nageoire vue à la loupe.

3 Les différents temps de la nage d'une Truite.





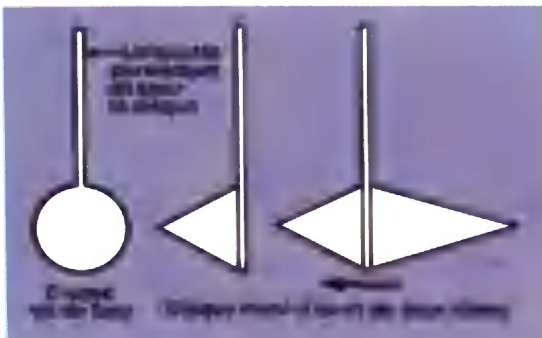
4 Squelette des nageoires abdominales.

b/ Le Poisson immobile

Seules les nageoires paires effectuent de légers mouvements ; les autres sont étalées mais immobiles. L'observation du squelette (fig. 4) montre que les rayons des nageoires paires s'articulent sur des pièces osseuses qui jouent le rôle de l'omoplate et du bassin des autres Vertébrés.

Si, à l'aide de bracelets de caoutchouc, on immobilise toutes les nageoires à l'exception de la caudale, on voit que le Poisson doit donner de fort coups de queue pour éviter de chavirer comme un Poisson mort : **les nageoires paires et impaires jouent un rôle important de stabilisation.**

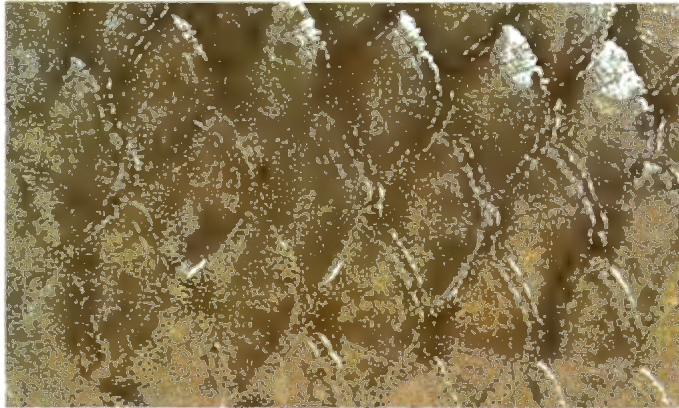
5 Mise en évidence du rôle de la forme d'un corps dans le déplacement dans l'eau.



c/ Caractères favorables à la nage

La plupart des Poissons ont un corps en forme de fuseau propice au déplacement dans l'eau : c'est la **forme hydrodynamique**. En effet, si nous déplaçons dans l'eau les objets représentés sur la figure 5, nous sentons une moindre résistance avec l'objet formé de deux cônes. Par ailleurs, on notera que les écailles qui protègent le corps se recouvrent à la manière des tuiles d'un toit (fig. 6). Cela favorise l'écoulement de l'eau, encore facilité par la présence de mucus.

Remarque. Les écailles peuvent s'arracher une à une, mais sont solidement fixées dans la peau comme les poils des Mammifères : elles sont vivantes, formées de substance osseuse. Elles grandissent en même temps que le Poisson et présentent des stries d'accroissement. Au milieu de chaque flanc on observe une ligne continue, la ligne latérale (fig. 1). Elle est formée d'écailles percées d'un petit canal où aboutissent des terminaisons nerveuses qui permettent aux Poissons d'apprécier la force des courants, leur direction et aussi la position et la distance des obstacles.



6 Écailles de Gardon.

2/ Respiration

Sur un Poisson au repos, on observe des mouvements de fermeture et d'ouverture de la bouche, alternant avec les mouvements de deux volets latéraux, les **opercules**, qui ouvrent ou ferment deux orifices : les **ouïes**.

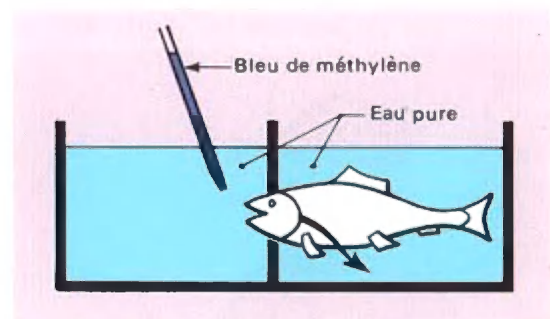
a/ Pourquoi ces mouvements?

Le dispositif de la figure 7 montre qu'ils créent un courant d'eau qui entre par la bouche et sort par les ouïes.

b/ Pourquoi le courant d'eau?

Reprenons le dispositif précédent, que nous remplissons d'eau du robinet. Au bout de quelques minutes ajoutons de l'eau de chaux dans les deux compartiments. On observe un léger trouble du côté où s'ouvrent les ouïes ; il y a eu rejet de gaz carbonique : le Poisson respire.

Mettons un Poisson dans un aquarium rempli d'eau préalablement bouillie puis refroidie. Il ne peut y vivre et vient respirer en surface : l'eau ne contient plus d'oxygène. Les gaz dissous dans l'eau se sont en effet échappés au cours de l'ébullition.



7 Mise en évidence d'un courant d'eau respiratoire chez un Poisson.

Remarque. Dans les aquariums, on place des aérateurs qui apportent de l'oxygène, ou des plantes aquatiques qui, à la lumière, absorbent le gaz carbonique rejeté par les Poissons et dégagent de l'oxygène (voir chap. 3).

Les Poissons et la vie aquatique

Remarque. Les narines n'ont qu'un rôle olfactif.

Exercice. Mesurer le rythme respiratoire de trois Poissons (Truite, Tanche, Gardon) placés dans des eaux de température croissante (5°, 10°, 15°, 20°) et comparer les rythmes respiratoires.

c/ Où se fait la respiration ?

Sous les opercules (fig. 8) se trouvent de fines lamelles rouges, riches en vaisseaux sanguins, fixées sur des arcs épineux, rigides, de couleur blanche. Ces organes, continuellement baignés par le courant d'eau, sont des organes respiratoires : les **branchies**. Le Poisson a donc une respiration branchiale.

d/ Les besoins respiratoires

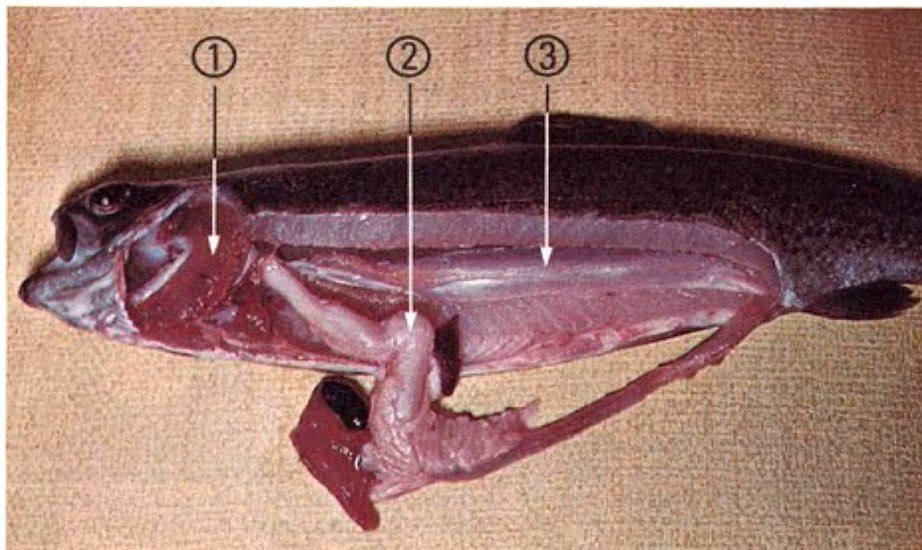
Dans un aquarium muni d'un aérateur et dont l'eau est à 10°, on place une Truite, un Gardon et une Tanche sensiblement de même taille. On constate que les trois Poissons n'ont pas le même rythme respiratoire. Il est rapide pour la Truite, plus lent pour le Gardon et surtout pour la Tanche.

Coupons l'aérateur. La Truite vient bientôt respirer en surface et donne des signes de défaillance, puis c'est au tour du Gardon, alors que la Tanche ne semble pas incommodée : les besoins en oxygène sont donc différents.

D'autre part, la Truite ne peut vivre dans une eau à 20°, température supportée par la Tanche et le Gardon. Par contre, la Truite et le Gardon s'accommodent fort bien d'une température de 5°, que la Tanche supporte mal.

Nous avons ici la réponse à la question formulée dans l'introduction.

8 Truite partiellement disséquée. 1. Branchies. 2. Tube digestif. 3. Vessie natatoire.



9 Œuf de Truite. x 15



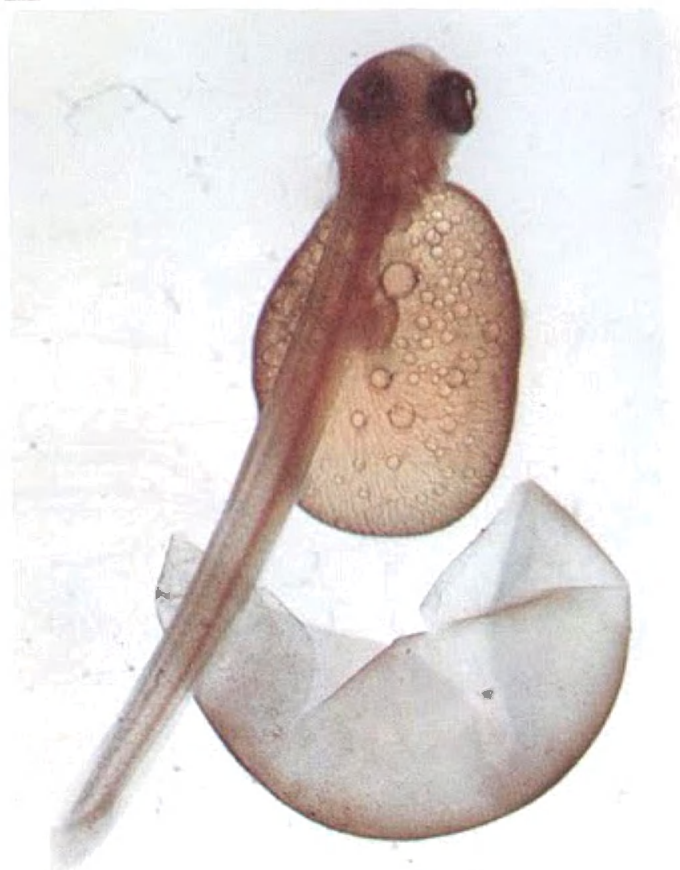
3/ Que mangent les Poissons ?

La Truite est **carnivore** ; on la pêche au « ver », à la « mouche », et même au « vif » (petit Poisson vivant). C'est un terrible chasseur d'Insectes et de petits Poissons. Ses mâchoires sont garnies de petites dents très aiguës avec lesquelles les proies sont retenues. Son tube digestif (fig. 8) est très court.

Remarque. La Truite, comme le Gardon, la Tanche..., possède dans la cavité abdominale un organe plein de gaz, la vessie natatoire, qui contribue à alléger le corps.

On pêche la Tanche, la Carpe, le Gardon « au ver », mais aussi à la graine : ce sont des omnivores. Ils se nourrissent d'Insectes, de petits Crustacés et de plantes. Des os situés au fond de la bouche permettent aux Poissons de broyer leurs aliments.

10 Alevin de Truite à l'éclosion.



4/ Reproduction

Les poissons sont **ovipares**.

La période du **frai**, ou période de ponte, qui détermine les dates d'ouverture et de fermeture de la pêche, est variable. Ainsi, la Truite pond en automne ; le Gardon, la Carpe et la Tanche, au printemps.

Sitôt pondus par les femelles, les ovules sont fécondés par la **laitance** des mâles.

Les œufs (fig. 9) sont en général très petits (1 à 3 mm) et nombreux (200 000 œufs pour une Carpe de 2 kg, 4 000 pour une Truite de même poids, car ils sont plus gros). Il en sort de petits Poissons, appelés **alevins** (fig. 10), possédant sous leur ventre une vésicule pleine de réserves nutritives, qui se résorbe peu à peu. Le jeune Poisson est alors capable de se nourrir.

Conclusion

Les Poissons sont des Vertébrés aquatiques à température variable. Ils sont adaptés à la nage grâce à :

- la forme hydrodynamique de leur corps et à la disposition de leurs écailles ;
- leurs nageoires paires (pectorales et abdominales) et impaires (dorsale et anale) qui ont un rôle de stabilisation ;
- leur queue musclée, organe propulseur dont l'efficacité est accrue par la nageoire caudale.

Les Poissons respirent à l'aide de branchies. Ils pondent des œufs qui donnent naissance à des alevins.

Alevin : très jeune Poisson.

Frai : époque de la ponte chez les Poissons (on donne aussi ce nom aux œufs des Poissons).

Opercule : volet osseux recouvrant les branchies.

Ouïes : ouvertures par lesquelles sort l'eau qui a baigné les branchies.

Dessin A. — Truite, vue d'ensemble côté gauche.

a : Tête ; **b** : Tronc ; **c** : Queue.

1 Œil ; **2** Narine ; **3** Bouche ; **4** Opercule ; **5** Ouïe ; **6** Nageoire pectorale ; **7** Nageoire abdominale ; **8** Anus ; **9** Nageoire anale ; **10** Nageoire caudale ; **11** Nageoire molle ; **12** Nageoire dorsale ; **13** Ligne latérale.

Dessin B. — Coupe schématique suivant x-y.

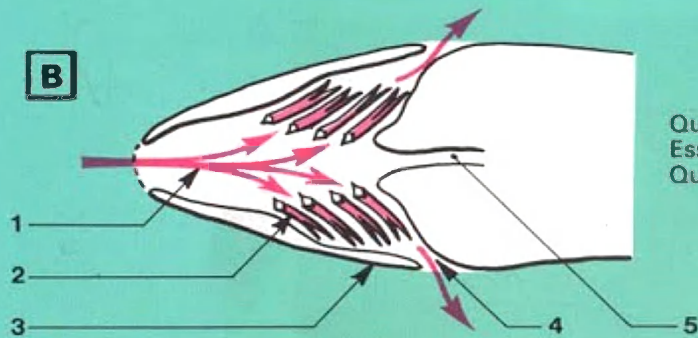
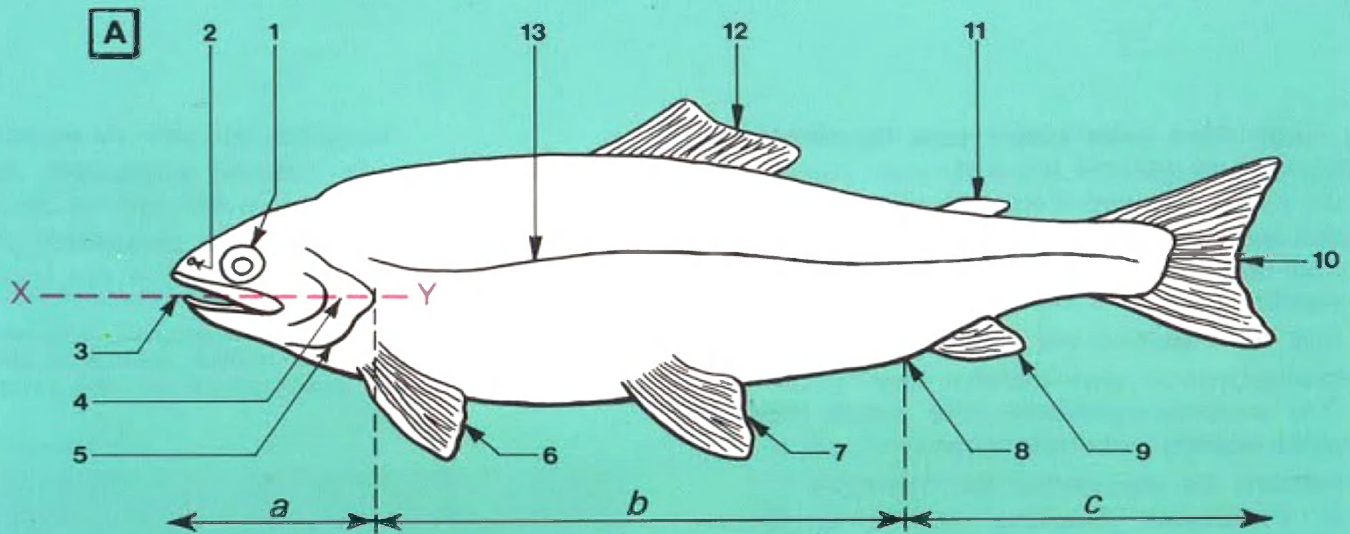
Les flèches vertes indiquent le trajet de l'eau baignant les branchies :

1 Cavité buccale ; **2** Branchies ; **3** Opercule ; **4** Ouïe ; **5** Œsophage.

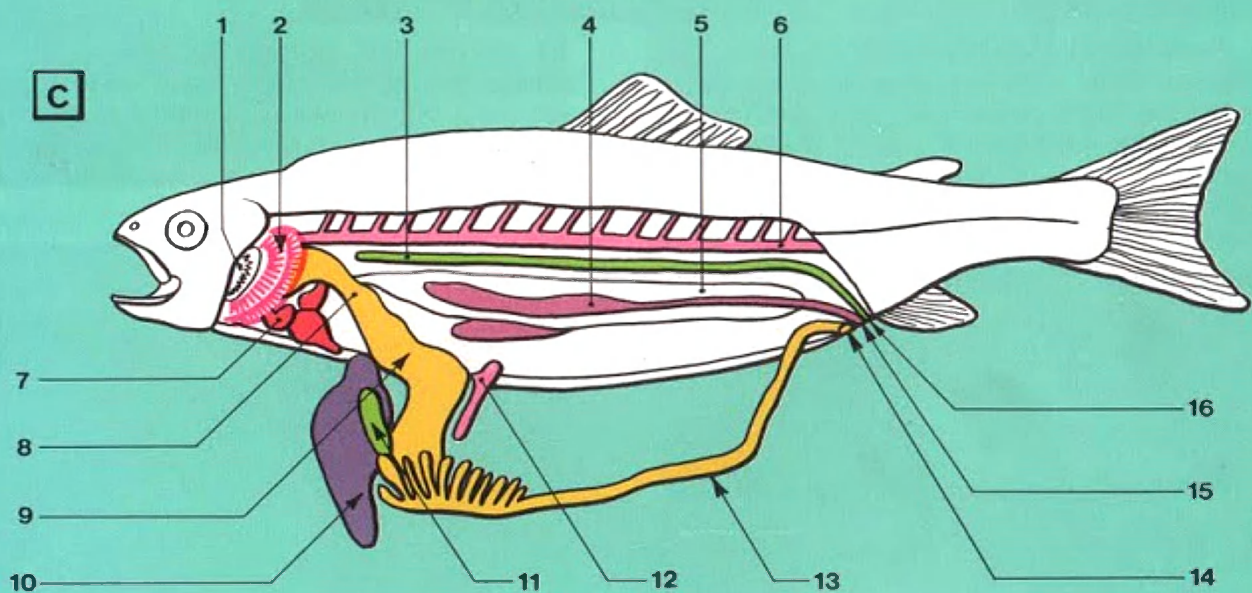
Dessin C. — Organisation interne de la Truite :

1 Arc branchial ; **2** Branchie ; **3** Rein ; **4** Ovaire ; **5** Vessie natatoire ; **6** Colonne vertébrale ; **7** Cœur ; **8** Œsophage ; **9** Estomac ; **10** Foie ; **11** Vésicule biliaire ; **12** Rate ; **13** Intestin ; **14** Anus ; **15** Orifice de ponte ; **16** Orifice urinaire.

planche 22



Que représentent les dessins A, B, C ?
 Essayez de rétalir leur légende de mémoire.
 Que représentent les flèches rouges du dessin ?



La classe des Poissons

On range dans cette classe tous les Vertébrés à température variable qui ont :

- un corps couvert d'écailles vivantes ;
- des nageoires ;
- une respiration branchiale pendant toute la vie ;
- une reproduction par œufs.

Cette classe, qui comprend plus de 23 000 espèces, présente une assez grande diversité portant notamment sur :

La nature du squelette. On distingue :

- ♦ les **Poissons osseux**, comme la Carpe (fig. 11) ;



11 Carpe.

- ♦ les **Poissons cartilagineux**, comme les Requins, les Raies (fig. 12), dont le corps aplati paraît encore plus large par la présence de nageoires pectorales transformées en ailerons ; la nageoire caudale est dissymétrique, les branchies sont portées par les parois des fentes branchiales (il n'y a pas d'opercules).

La forme du corps. Si beaucoup ont une forme hydrodynamique, certains ont une forme aplatie : Raies, Soles, Limandes...

Notons que les Poissons plats de fond ont la bouche tordue et les deux yeux du même côté du corps.



12 Raie.

Le mode de vie. On distingue :

- ◆ les **Poissons d'eau douce**, qui vivent dans les rivières, les mares, les étangs, les lacs ;
- ◆ les **Poissons marins**, dont les modes de vie sont très différents d'une espèce à l'autre.

Remarques. Certains vivent isolés, d'autres en groupe, certains en surface, d'autres en fond. Il y en a qui se déplacent peu : les Hippocampes (fig. 13) par exemple.

13 Hippocampe.



14 Épinochette.



Le mode de reproduction.

La plupart sont ovipares. Quelques-uns (certains Requins) sont ovovivipares.

Certains Poissons n'abandonnent pas leurs œufs après la ponte : l'Épinochette (fig. 14) fait un nid, l'Hippocampe les « couve » dans une poche abdominale.

Pour quelques Poissons, la reproduction s'accompagne d'importantes migrations :

- les Anguilles (fig. 15) vont pondre dans la mer des Sargasses (au sud des Bermudes, dans l'Atlantique), où elles meurent, et d'où partent de petites Anguilles blanches âgées de deux ans : les civelles, qui traverseront l'Atlantique et remonteront les rivières ;
- les Saumons, au contraire, viennent pondre dans le cours supérieur des rivières ; un an après, les jeunes, appelés tacons, partiront pour la mer.

15 Anguilles.



L'embranchement des Vertébrés

TEMPÉRATURE	MEMBRES		RESPIRATION	REPRODUCTION	PEAU	CLASSE
variable	nageoires		branchiale	oviparité	écailles vivantes	Poissons
	membres terminés par des doigts		branchiale, puis pulmonaire et cutanée	oviparité, métamorphoses	nue et humide	Amphibiens (ou Batraciens)
			pulmonaire	oviparité	écailles mortes épidermiques	Reptiles
constante	des ailes			oviparité (œufs couvés)	plumes	Oiseaux
				viviparité (possèdent des mamelles)	poils	Mammifères

Tous les animaux que nous venons d'étudier ont donc en commun avec l'Homme d'être des Vertébrés, c'est-à-dire qu'ils possèdent un **squelette interne dont l'axe est formé de vertèbres**. On les divise en cinq classes : Poissons, Batraciens (ou Amphibiens), Reptiles, Oiseaux, Mammifères. Leurs principaux caractères sont résumés dans le tableau ci-dessus.

En ce qui concerne le milieu de vie, rappelons que :

- les **Poissons** sont strictement aquatiques ;
- les **Batraciens** vivent plus ou moins à terre, mais vont toujours pondre dans l'eau ;
- les **Reptiles** sont le plus souvent terrestres, mais certains sont aquatiques ; ces derniers pondent obligatoirement à terre ; tous ont une respiration aérienne ;
- les **Oiseaux**, qu'ils volent au-dessus des continents ou au-dessus de l'eau, pondent toujours à terre ;
- les **Mammifères** sont présents dans tous les milieux, mais ne peuvent se passer du milieu aérien pour respirer.

Enfin, il est remarquable de constater que, quelle que soit la classe à laquelle ils appartiennent, les Vertébrés qui vivent dans un même milieu et qui ont un même régime alimentaire présentent souvent de curieuses res-

semblances, tant du point de vue de leur organisation externe que du point de vue de leur organisation interne. Ainsi :

- les **Vertébrés aquatiques**, comme les Dauphins (Mammifères), les Phoques (Mammifères), les Manchots (Oiseaux), les Tortues marines (Reptiles), les Requins (Poissons), se ressemblent par la forme hydrodynamique de leur corps et par la forme de leurs membres transformés en nageoires ;
- les **Vertébrés aériens**, comme les Oiseaux et les Chauves-Souris (Mammifères), se ressemblent par la transformation en aile du membre antérieur, l'allégement de leur corps, la présence d'un bréchet sur lequel s'insèrent les muscles du vol ;
- les **Vertébrés sauteurs**, comme le Lapin et la Grenouille, ont un membre postérieur fortement musclé, capable de se plier en Z et dont le pied est long ;
- les **Vertébrés coureurs** possèdent des membres longs, dont la main et le pied sont plus ou moins redressés ;
- les **carnassiers**, Rapaces (Oiseaux), Chat (Mammifères) ont des griffes acérées et recourbées, un bec ou des dents en forme de crochet, un tube digestif court, alors que celui des végétariens est plus long.

23 / L'Homme et la nature vivante



1 Envol et vol groupé de Flamants roses.

Vous voici à la fin de votre livre. Vous avez réfléchi aux problèmes que pose la vie des plantes et des animaux, éléments vivants de la nature. Mais il faut aussi penser aux relations entre l'Homme et la Nature vivante. Cette Nature a-t-elle une influence sur la destinée de l'Homme ? L'Homme agit sur la Nature, mais comment doit-il se conduire vis-à-vis d'elle ?

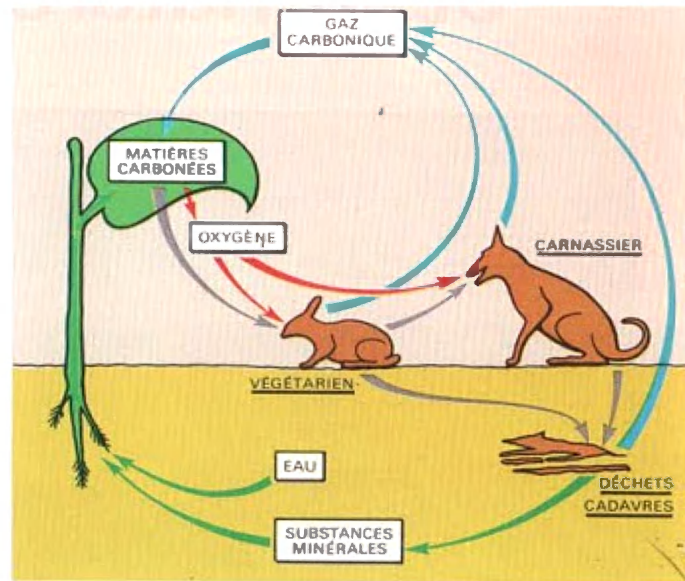
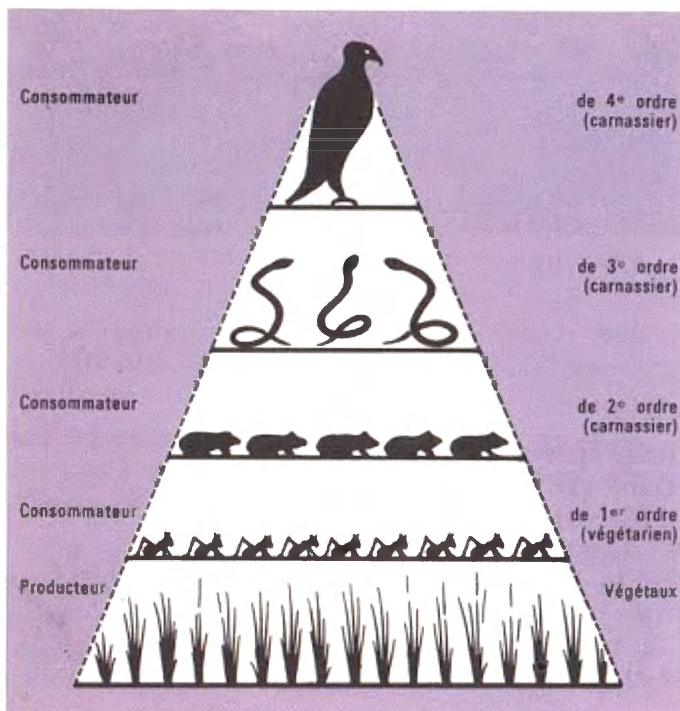
1/ Chaînes alimentaires et équilibres naturels

a/ Chaînes alimentaires

Les plantes vertes, nous l'avons vu, sont les seuls êtres vivants capables, en captant l'énergie de la lumière solaire, de fabriquer des matières carbonées à partir du gaz carbonique de l'air et des substances minérales du sol. Or, ces plantes servent de nourriture aux végétariens qui, à leur tour, servent de nourriture aux carnassiers. Végétariens et carnassiers sont également consommés par les omnivores. Les matières carbonées des plantes passent donc d'un animal à un autre ; il s'établit ainsi une véritable **chaîne alimentaire** (fig. 2).

La nutrition de l'Homme et des animaux repose donc **entièrement**, directement ou indirectement, sur les **végétaux verts**, point de départ obligatoire de toute chaîne alimentaire.

2 Une chaîne alimentaire.



3 Le cycle du carbone.

b/ Équilibres naturels

L'utilisation des aliments par les animaux s'accompagne d'une consommation d'oxygène et d'une production de gaz carbonique. Les plantes vertes utilisent ce gaz carbonique et produisent en même temps de l'oxygène.

Le carbone circule donc des plantes aux animaux et des animaux aux plantes en un véritable cycle (fig. 3). Il en est de même des matières minérales libérées par la décomposition des déchets ou des cadavres des animaux et des végétaux.

Si les aliments végétaux sont abondants, les herbivores peuvent proliférer. Mais alors la nourriture finirait par devenir insuffisante. Or les carnassiers, qui se nourrissent des herbivores, vont, eux aussi, augmenter en nombre, ce qui limitera le nombre des herbivores. Par contre-coup, l'augmentation du nombre des carnassiers sera plus lente et l'on arrivera à un équilibre entre les aliments végétaux, le nombre d'herbivores et le nombre de carnassiers.

2/ Action néfaste de l'Homme

En agissant par intérêt, pour son plaisir et aussi par ignorance, l'Homme exerce parfois une action destructrice grave sur la Nature.

a/ Sur les animaux

De tout temps, l'Homme a tiré profit de la chasse et de la pêche. Mais, du fait de l'accroissement de l'humanité, du fait du perfectionnement des méthodes de pêche en particulier, certaines espèces sont menacées de disparition : par exemple les Baleines, dont la pêche a dû

être réglementée, les Phoques, dont les « bébés » sont chassés pour leur fourrure.

Nous avons vu par ailleurs que, sous prétexte de protéger certains animaux, l'Homme en a détruit d'autres inconsidérément, obtenant des effets opposés à ceux recherchés (destruction systématique des Rapaces entraînant la prolifération des Rongeurs ravageurs de récoltes). De nos jours le phénomène est aggravé par l'emploi de produits chimiques destinés à la destruction des Insectes nuisibles : ces produits détruisent aussi des Insectes utiles (Abeilles, par exemple). De plus, entraînés par les eaux, ils passent dans les plantes, puis dans les tissus des animaux, dans les œufs d'Oiseaux.

A ces dangers s'ajoutent ceux résultant de la pollution de l'air, du sol, des eaux par toutes sortes de déchets. Ainsi, le mazout tue de nombreux Oiseaux de mer. La pollution des rivières entraîne des hécatombes de Poissons.

b/ Sur la végétation et le sol

Le défrichement en vue de l'établissement de pâturages a souvent été néfaste, en montagne tout particulièrement. En effet, les Moutons arrachent l'herbe plus qu'ils ne la coupent ; de plus, ils paissent en rangs serrés. Le sol n'étant plus retenu par les racines, ni l'eau partiellement absorbée par les plantes lors des pluies, le ravinement fait son œuvre.

Les incendies de forêts, outre les pertes qu'ils provoquent, ont souvent les mêmes effets. Or, ils sont souvent dus à la négligence. Il faut noter aussi que les modifications du couvert végétal font fuir certains animaux qui y trouvaient gîte et nourriture.

3/ Action favorable de l'Homme

Si l'Homme est trop souvent un véritable fléau pour la Nature, il peut aussi avoir une action constructive.

a/ Sur les animaux

Par la réglementation du droit de chasse et de pêche, l'Homme peut évidemment protéger certaines espèces menacées de disparition (fig. 1).

La création de réserves est aussi un moyen de protection qui a sauvé en France le Castor et le Chamois.

b/ Sur la végétation et le sol

Dans les zones de ravinement, des travaux peuvent être effectués pour fixer le sol et permettre ensuite le reboisement. Des travaux d'irrigation assurent le développement de la végétation et des cultures dans des zones jusque-là improductives. Une meilleure connaissance du sol permet d'apporter sous forme d'engrais les éléments minéraux dont les plantes ont besoin.

Les réserves, comme les parcs nationaux, permettent de protéger les plantes menacées de disparition pour avoir été cueillies inconsidérément par les promeneurs (Lil Martagon, Edelweiss...).

Conclusion

L'Homme tire sa nourriture des plantes et des animaux. Les plantes vertes sont à la base de toute vie, étant seules à pouvoir fabriquer des aliments carbonés à partir du gaz carbonique de l'air. De plus, elles assurent la purification de l'atmosphère, qu'elles débarrassent du gaz carbonique et enrichissent en oxygène.

L'Homme doit éviter à tout prix de polluer l'eau, indispensable à tous les êtres vivants.

Chaine alimentaire : ensemble d'êtres vivants qui, du point de vue de leur alimentation, dépendent les uns des autres. Les plantes, les végétariens, les carnivores qui se nourrissent des végétariens forment une chaîne alimentaire.

Pollution : souillure de la Nature (air, eau, sol) par toutes sortes de produits.

Ravinement : action de l'eau de pluie qui ruisselle et creuse des sillons sur un terrain sans végétation.

Références des photographies

Ph. © CLAUDE BAREY - ATLAS PHOTO : p. 150, 1.
 Ph. © JEAN-MARIE BASSOT - JACANA : p. 141, 2.
 Ph. © MICHEL BROSSÉLIN - JACANA : p. 192, 1.
 Ph. © BRUNEAU - FOTOGAM : p. 79, 7.
 Ph. © VAN CAMPENHOUD : p. 22, 4.
 Ph. © JEAN-CLAUDE CHANTELAT : p. 3, 1, p. 123, 9.
 Ph. © SERGE CHEVALLIER : p. 157, 15.
 Ph. © CICCIONE : p. 6, 1.
 Ph. © J.-P. CORSON - FOTOGAM : p. 82, 1 A ; p. 83, 1 B.
 Ph. © CHARLES DÉSIRÉ : p. 64, 4.
 Ph. GUILLEY-LAGACHE © ARCH. E.B. : p. 90, 1.
 Ph. © JEAN-CLAUDE HAYON : p. 4, 2 ; p. 12, 1 ; p. 13, 2 ; p. 14, 3-4 ; p. 32, 2 ; p. 34, 6 ; p. 35, 10-11 ; p. 41, 4 ; p. 56, 1 ; p. 57, 2 ; p. 62, 1 A-1 B ; p. 63, 2 A-2 B ; p. 64, 3-5 ; p. 65, 6-7 ; p. 66, 8-9-10 ; p. 67, 12-14 ; p. 174, 9.
 Ph. JEANBOR © PHOTEB : p. 8, 2-3 ; p. 16, 8 ; p. 20, 1 ; p. 21, 2-3 ; p. 22, 5 ; p. 25, 7-8 ; p. 30, 1 ; p. 32, 3-4 ; p. 33, 5 ; p. 47, 3-4 ; p. 48, 5-6-7 ; p. 49, 9-10 ; p. 67, 13 ; p. 70, 1 ; p. 71, 2-3 ; p. 72, 2-4 ; p. 76, 2 ; p. 77, 3 ; p. 78, 5-6 A-6-B ; p. 84, 2-3 ; p. 85, 5-6 ; p. 98, 1 A-1 B ; p. 99, 1 C-1 D ; p. 101, 4 ; p. 105, 2 ; p. 110, 1 ; p. 111, 3 ; p. 119, 2 A-2 B-3 ; p. 120, 4-6 ; p. 122, 8 ; p. 134, 4 ; p. 135, 7 ; p. 136, 9 ; p. 144, 5 ; p. 145, 6 ; p. 158, 18 ; p. 170, 1 ; p. 172, 3.
 Ph. JEANBOR © ARCH. E. B. : p. 156, 11.
 Ph. © ALDO MARGIOCCO : p. 141, 3.
 Ph. © GIUSEPPE MAZZA : p. 126, 1.
 Ph. © P.A. MILWAUKEE - JACANA : p. 132, 1.
 Ph. © CLAUDE MOREL - JACANA : p. 129, 7.
 Ph. © NOAILLES - JACANA : p. 184, 9 ; p. 185, 10.
 Ph. © RENÉ OGOR - JACANA : p. 173, 7 ; p. 174, 10.
 Ph. AÉRIENNE © ALAIN PERCEVAL : p. 9, 4.
 Ph. © PHOTOTHÈQUE DU MUSÉUM : p. 137, 11 ; p. 157, 14 ; p. 158, 16 ; p. 180, 1 ; p. 188, 11.
 Ph. © EDWIGE ET PIERRÉ PITTET : p. 91, 2-3.
 Ph. © MIRELLA PRATO : p. 152, 6 ; p. 153, 8.
 Ph. © PRATO-RICCIARINI : p. 152, 4-5-7.

Ph. © BERNARD REBOULEAU - JACANA : p. 156, 10.
 Ph. © V. RENAUD - JACANA : p. 141, 4.
 Ph. © ENRICO ROBBA - RICCIARINI : p. 137, 12.
 Ph. © MARCEL SIRE : p. 15, 5 B ; p. 16, 7 ; p. 34, 7-8 ; p. 35, 9 ; p. 39, 1 B-1 C-1 D ; p. 40, 2 A-2 B ; p. 41, 3 ; p. 46, 2 ; p. 59, 8-10.
 Ph. © JACQUES SIX : p. 72, 1-3-5 ; p. 104, 1 ; p. 115, 11 ; p. 118, 1 ; p. 123, 10 ; p. 127, 3 A-3 B-3 C ; p. 128, 6 ; p. 133, 2 ; p. 135, 8 ; p. 137, 14 ; p. 141, 1 ; p. 156, 12 ; p. 157, 13 ; p. 158, 17 ; p. 159, 19-20 ; p. 160, 1 ; p. 161, 2 ; p. 163, 5 ; p. 166, 6-8 ; p. 167, 11-12 ; p. 169, 17 ; p. 173, 8 ; p. 174, 11 ; p. 175, 12-13 ; p. 178, 14-15 ; p. 179, 16-17 ; p. 183, 6 ; p. 188, 12 ; p. 189, 13-14-15 ; p. 191, 1.
 Ph. © SOYOMOTO - JACANA : p. 121, 7.
 Ph. © BERNARD STIEGER - JACANA : p. 169, 16.
 Ph. © JOHN SUNDANCE - JACANA : p. 129, 8.
 Ph. © RAY TERCAES - JACANA : p. 136, 10.
 Ph. © R. THIBOUT - JACANA : p. 173, 6.
 Ph. © JEAN VALLIN : p. 15, 5 A ; p. 16, 6 ; p. 17, 9 ; p. 38, 1 A ; p. 41, 5 ; p. 42, 6-7 ; p. 46, 1 ; p. 49, 8 ; p. 57, 3-4 ; p. 58, 6-7 ; p. 59, 9 ; p. 66, 11 ; p. 74, 1 ; p. 84, 4 ; p. 85, 7 ; p. 93, 4-5 ; p. 94, 6-7 ; p. 100, 2 ; p. 107, 4 ; p. 111, 2 ; p. 112, 4-5-6 ; p. 113, 7-8 ; p. 114, 9-10 ; p. 115, 12 ; p. 120, 5 ; p. 127, 2 ; p. 128, 4-5 ; p. 134, 3 ; p. 135, 5-6 ; p. 137, 13 ; p. 142, 1 ; p. 143, 2-3 ; p. 145, 7-8 ; p. 147, 9-10 ; p. 151, 2-3 ; p. 162, 4 ; p. 167, 9 ; p. 168, 13-14-15 ; p. 171, 2 ; p. 172, 4 ; p. 173, 5 ; p. 181, 2 ; p. 182, 4 ; p. 184, 8.
 Ph. © FÉLIX VILLENEUVE : p. 10, 5 ; p. 107, 5.
 Ph. © Y. ET M. VIAL - JACANA : p. 166, 7.
 Ph. © ALBERT VISAGE - JACANA : p. 153, 9.

Nous remercions la maison BOUBÉE et les Établissements AUZOUX qui nous ont permis de faire les clichés suivants :

BOUBÉE : p. 70, 1 ; p. 71, 2-3.
 AUZOUX : p. 76, 2 ; p. 77, 3 ; p. 78, 5-6 ; p. 85, 5-6 ; p. 111, 2, 3 ; p. 120, 6 ; p. 122, 8 ; p. 135, 7 ; p. 136, 9.

Table des matières

Préface	3
---------------	---

I - Biologie végétale : les plantes à fleur

1/ Les plantes dans la nature	6
2/ Organisation d'une plante à fleurs	12
3/ Comment les plantes à fleurs se nourrissent-elles ?	20
4/ Les plantes en hiver	30
5/ Le réveil de la nature : l'éclosion des bourgeons	38
6/ Le réveil de la nature : la germination des graines	46
7/ De la fleur au fruit et à la graine	56
8/ Comment classe-t-on les plantes à fleurs ?	62
Comment réaliser un herbier ?	70

II - Biologie animale : l'Homme et les Vertébrés

9/ Organisation d'un Vertébré : l'Homme	74
10/ Comment se font les mouvements ?	82
11/ Les organes des Vertébrés ont besoin d'aliments	90
12/ Les organes des Vertébrés respirent	98
13/ La Souris et les caractères essentiels des Mammifères	104
14/ La nutrition des végétariens et des omnivores	110
15/ Locomotion et nutrition des Mammifères carnassiers	118
16/ Les Mammifères végétariens face aux carnassiers	126
17/ Les Mammifères qui vivent dans l'eau, sous terre, dans les airs	132
La classe des Mammifères	140
18/ Les Oiseaux : comment se déplacent-ils ?	142
19/ Les Oiseaux : comment se reproduisent-ils ?	150
20/ Un Reptile : le Lézard des murailles	160
21/ Un Amphibien : la Grenouille verte	170
22/ Les Poissons et la vie aquatique	180
L'embranchement des Vertébrés	190
23/ L'Homme et la nature vivante	191

photo de couverture: souris grise s'attaquant
à un grain de raisin. photo jacques six